

职业教育课程改革创新教材

# 钢筋技术

主 编：刘 凤

副主编：何开俊 刘学科

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

《钢筋技术》主要包括钢筋加工与安装过程中所需的基础知识,如钢筋材料与力学基本知识,钢筋混凝土结构典型构件,如梁、板、柱、剪力墙等识图规则和识图技巧,钢筋下料计算;常见建筑构件如混凝土梁、板、柱、剪力墙、预应力构件的钢筋施工准备、施工工艺、施工技巧等;本书还包括常见钢筋加工的机械设备名称、简单构造、工作原理以及操作注意事项;另外本书在附录中列出了钢筋工国家职业标准、钢筋力学性能试验取样和项目要求、钢筋分项工程(原材料、钢筋加工)检验批质量验收记录、钢筋安装工程检验批质量验收记录、钢筋隐蔽工程验收记录、GB 50204-2002《混凝土结构工程施工质量验收规范》中关于钢筋和预应力相应要求,以及光面钢筋及螺纹钢的计算断面面积及理论重量表。

本书可作为中等职业学校建筑工程施工专业教材,也可作为在职人员参加钢筋工、土建施工员、质量员等职业资格培训用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

钢筋技术/刘凤主编. —北京:电子工业出版社, 2015.3

ISBN 978-7-121-25217-4

I. ①钢… II. ①刘… III. ①建筑工程—钢筋—工程施工—中等专业学校—教材 IV. ①TU755.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 302759 号

策划编辑:白楠

责任编辑:郝黎明

印刷:

装订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:6 字数:153.6 千字

版次:2015 年 3 月第 1 版

印次:2015 年 3 月第 1 次印刷

定价:12.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线:(010) 88258888。



## 前言

《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》中指出：“推进人才培养模式创新，坚持校企合作、工学结合，强化教学、学习、实训相融合的教育教学活动。推行项目教学、案例教学、工作过程导向教学等教学模式。”“积极推进学历证书和职业资格证书‘双证书’制度。”

现代职业教育要求“做中教，做中学”，在此背景下编者编写了《钢筋技术》这本书。本书依据建筑工程中常用的结构构件编制，内容深度按《钢筋工》中级工的要求编写，并以实践操作为主配以合理够用的理论知识。全书共分三个模块，九个项目，主要包括钢筋技术基础知识、常见建筑构件施工、钢筋工程中常用机械设备等内容，并提供了钢筋工国家职业标准等技术资料供读者参考。

本书打破以往教材的编排规则，坚持以工作过程为主线，以现行的建设规范为基础，以教学和培训的实际情况为抓手，充分体现学习的规律，从实践到理论，从简单到复杂，循序渐进，不断培养学习者的动手能力、理论知识和职业素养。

编者在本书编写过程中除了对现行的建设规范进行反复研究外，还多次深入工程一线，对具体的工作过程进行研究，多次和行业技术能手以及行业专家交流，并在学校进行教学实践后再次修改。经过反复实践发现本书可以作为中等职业学校建筑工程施工专业教材，也可作为在职人员参加钢筋工、土建施工员、质量员等职业资格培训用书。

本书在调研、策划、编写过程中，得到了江苏淮阴建设工程集团有限公司、江苏地元项目管理有限公司等企业的大力支持。本教材主编为刘凤，参与编写的人员主要有何开俊、韩寿兵、王苗苗、刘学科、刘剑雄。在此向在本书编写过程中做出指导的相关单位和相关人员表示感谢。

由于编者水平所限，在本书的编写中难免存在不足，诚恳从事职业教育的专家和广大读者批评指正。

编 者

# 本书编委会

编委会主任：季 军

编委会副主任：傅毓海 钱爱成

编委会成员：杜恒国 马 成 曹 琼 孙顺林 陈凌云

陈 旭 寇红平 刘 凤 苗喜荣 孙传虎

赵瑞玲 王丹华 蒋正祥

主 编：刘 凤

副 主 编：何开俊 刘学科

编 写 人 员：刘 凤 韩寿兵 刘学科 王苗苗 刘剑雄



|      |                              |    |
|------|------------------------------|----|
| 模块一  | 基础知识 .....                   | 1  |
| 项目一  | 钢筋材料与力学基本知识 .....            | 1  |
| 项目二  | 钢筋工程识图 .....                 | 3  |
| 项目三  | 钢筋下料计算 .....                 | 14 |
| 模块二  | 常见建筑构件施工 .....               | 22 |
| 项目四  | 混凝土梁钢筋施工 .....               | 22 |
| 项目五  | 混凝土板钢筋施工（含基础底板） .....        | 28 |
| 项目六  | 混凝土柱钢筋施工 .....               | 34 |
| 项目七  | 剪力墙钢筋施工 .....                | 41 |
| 项目八  | 简单预应力混凝土构件加工制作 .....         | 48 |
| 模块三  | 常见机械设备 .....                 | 60 |
| 项目九  | 钢筋工程中常用机械设备 .....            | 60 |
| 附录   | .....                        | 66 |
| 附录 A | 钢筋工国家职业标准（摘录） .....          | 66 |
| 附录 B | 钢筋力学性能试验取样和项目要求 .....        | 73 |
| 附录 C | 钢筋加工检验批质量验收记录表 .....         | 77 |
| 附录 D | 钢筋安装工程检验批质量验收记录表 .....       | 78 |
| 附录 E | 钢筋隐蔽工程验收记录表 .....            | 79 |
| 附录 F | 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 .....      | 80 |
| 附录 G | 光面钢筋及螺纹钢筋的计算断面面积及理论重量表 ..... | 88 |

# 模块一

# 基础知识

## 项目一 钢筋材料与力学基本知识



### 一、钢筋常用术语和含义

#### 1. 热轧光圆钢筋

经热轧成型，横截面通常为圆形，表面光滑的成品钢筋。

#### 2. 普通热轧钢筋

按热轧状态交货的钢筋，其金相组织主要是铁素体加珠光体，不得有影响使用性能的其他组织。

#### 3. 细晶粒热轧钢筋

在热轧过程中，通过控轧和控冷工艺形成的细晶粒钢筋。其金相组织主要是铁素体和珠光体，不得有影响使用性能的其他组织存在，晶粒度不粗于 9 级。

#### 4. 余热处理钢筋

热轧后利用热处理原理进行表面控制冷却，并利用芯部余热自身完成回火处理所得的成品钢筋。余热处理钢筋有多种牌号，需要焊接时，应选用 RRB400W 可焊接余热处理钢筋。

#### 5. 冷轧带肋钢筋

热轧圆盘条经冷轧后，在其表面带有沿长度方向均匀分布的三面或二面横肋的钢筋。

#### 6. 冷拔低碳钢丝

低碳钢热轧圆盘条或热轧光圆钢筋经拔丝机一次或多次冷拔制成的光圆钢丝。



### 二、钢筋的力学性能

建筑工程中，常用的钢筋为热轧钢筋，按其强度不同分为 HPB300，HRB335 (HRB335F)，HRB400 (HRBF400、RRB400)，HRB500 (HRBF500) 四级。其中，第一个字母表示生产工艺，如 H 表示热轧 (Hot-Rolled)，R 表示余热处理 (Remained heat treatment ribbed)；第二个字母表示钢筋表面形状，如 P 表示光面 (Plain round)，R 表示带肋 (Ribbed)；第三个字母 B (Bar) 表示钢筋。在 HRB 后面加字母 F (Fine) 的，为细精粒热轧钢筋。英文字母后面的数字表示钢筋屈服强度标准值，如 400，表示该钢筋的屈服强度标准值为 400



$\text{N/mm}^2$ 。

国家标准《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》(GB 1499.1-2008)规定，HPB300 级钢筋外形轧成光面，故又称光圆钢筋。国家标准《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》(GB 1499.2-2007)规定，HRB335、HRB400、RRB400 级钢筋外形轧成肋形（横肋和纵肋）。横肋的纵截面为月牙形，故又称月牙肋钢筋。月牙肋钢筋（带纵肋）表面及截面形状如图 1-1 所示。

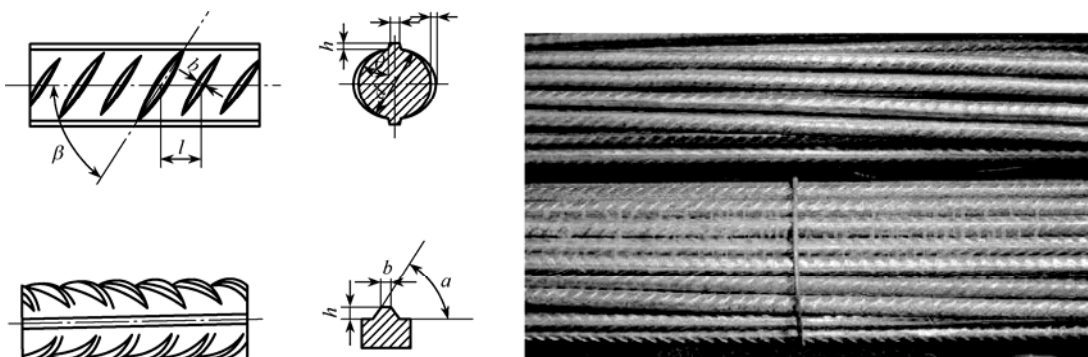


图 1-1 月牙肋钢筋（带纵肋）表面及截面形状

## （1）强度。

强度是指钢筋在外力作用下，抵抗破坏的能力。强度指标主要包括：屈服强度（ $\sigma_s$ ）、抗拉强度（ $\sigma_b$ ），这两个指标是设计时钢材强度取值的主要依据。

钢筋混凝土结构所用的钢筋，分为有屈服点的钢筋（热轧钢筋）和无屈服点的钢筋（钢丝和钢绞线等预应力钢筋）。在钢筋混凝土结构计算中，对具有屈服点的钢筋，均取屈服点作为钢筋强度限值；对没有屈服点的钢筋，通常取残余塑性应变为 0.2% 的应力  $\sigma_{0.2}$  作为假想屈服点。

## （2）塑性。

塑性是指钢筋在外力作用下，产生永久变形而不破坏的性能。它是评价钢材质量的重要指标。钢材的塑性好，不仅便于进行各种冷加工，而且能保证钢材在建筑上的安全使用，不致因局部超载或振动而引起构件的突然破坏。

国际上采用对应于最大应力（极限强度）的应变  $\delta_{gt}$  来反映钢筋拉断前的塑性变形程度， $\delta_{gt}$  称为均匀延伸率。我国《混凝土结构设计规范》(GB 50 010-2010) 也采用了  $\delta_{gt}$  来表示钢筋的塑性变形性能指标， $\delta_{gt}$  不应小于表 1-1 规定的数值。

表 1-1 普通钢筋在最大力下的总伸长率限值

| 钢筋品种          | 普通钢筋     |   |        |
|---------------|----------|---|--------|
|               | HPB300 H | RB335、HRB335F、HRB400、HRBF400、HRB500、HRBF500 R | RRB400 |
| $\delta_{gt}$ | 10.0 7.  | 5   | 5.0    |

## （3）冷弯性能。

冷弯性能是指钢材在常温下能承受弯曲而不破坏的能力，是检验钢筋塑性性能的另一项指标。为使钢筋在加工、使用时不开裂、弯断或脆断，应对钢筋试件进行冷弯试验，如图 1-2 所示。试验时要求钢筋绕一辊轴弯转而不产生裂缝、鳞落或断裂现象。弯转角 $\alpha$ 愈大，辊轴直径 $D$ 愈小，钢筋的塑性愈好。

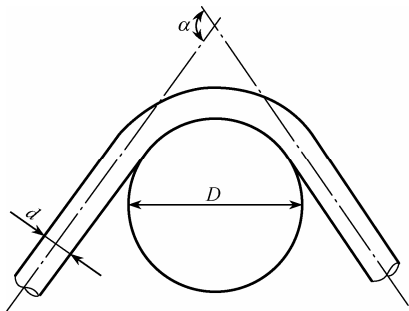


图 1-2 钢筋冷弯试验



- ◇ 冷弯性能合格的标准是什么？
- ◇ 冷弯性能主要揭示钢筋的哪些缺陷？

(4) 冲击韧性。

冲击韧性是指钢材在冲击荷载作用下，抵抗破坏的性能。建筑物中重要的钢结构及使用 时承受动荷载作用的构件，特别是处在低温条件下，要求钢材具有一定的冲击韧性。

(5) 焊接性能。

焊接性能是指在一定焊接工艺条件下，能否形成相当于基本钢材性能的或技术条件规 定的焊接件的能力。

## 项目二 钢筋工程识图

### 一、钢筋混凝土梁施工图识图

梁平法施工图是在梁的平面布置图上采用平面注写方式或截面注写方式表达梁的截面 尺寸和配筋的施工图。

1. 平面注写方式。

平面注写方式是在梁的平面布置图上，分别在不同编号的梁中各选出一根，在其上注 写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达梁平法施工图，如图 2-1 所示。

平面注写方式包括集中标注与原位标注，集中标注表达梁的通用数值，原位标注表达 梁的特殊数值。施工时，原位标注取值优先。





## (1) 梁集中标注。

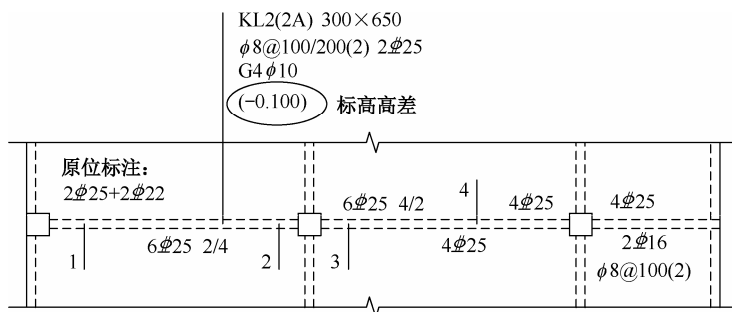


图 2-1 平面注写方式示例

① 梁编号（必注值）。由梁的类型代号、序号、跨数及有无悬挑代号几项组成。

例：KL1(3)表示框架梁第 1 号，3 跨，无悬挑。

WKL1(3)表示屋面框架梁第 1 号，3 跨，无悬挑。

L3(2)表示非框架梁第 3 号，2 跨，无悬挑。

XL1 表示纯悬挑梁第 1 号。

注：XL 表示“纯悬挑梁”。如果是“框架梁带悬挑梁端”，则按如下方式标注：

K L2(3A)表示框架梁第 2 号，3 跨，一端有悬挑。

KL2(3B)表示框架梁第 2 号，3 跨，两端有悬挑。

② 梁截面尺寸（必注值）。

当为等截面梁时，用  $b \times h$  表示。如  $300 \times 650$  表示梁截面宽度为 300mm，截面高度为 650mm。

当为加腋梁时，用  $b \times h \ YC_1 \times C_2$  表示，其中  $C_1$  为腋长， $C_2$  为腋高，如图 2-2 所示。

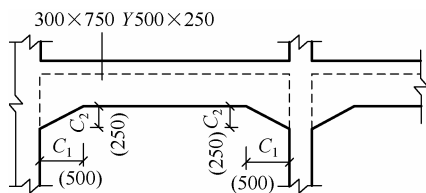


图 2-2 加腋截面注写示意



## 查 询

悬挑梁截面尺寸如何表示？

③ 梁箍筋（必注值）。

包括钢筋级别、直径、加密区与非加密区间距及肢数。

加密区与非加密区的不同间距及肢数用斜线分隔，箍筋肢数写在括号内。

例： $\phi 10 @ 100 / 200(4)$  表示箍筋为 HPB300 级钢筋，直径 10mm，加密区间距为 100，

非加密区间距为 200，均为四肢箍。



例： $\phi 8@100(4)/200(2)$  表示箍筋为 HPB235 级钢筋，直径 8mm，加密区间距为 100，四肢箍，非加密区间距为 150，双肢箍。

④ 梁上部通长筋或架立筋配置（必注值）。

当梁的上部纵筋和下部纵筋为全跨相同，且多数跨配筋相同时，此项可加注下部纵筋的配筋值，用分号“；”将上部与下部纵筋的配筋值分隔开来。

例： $3\phi 22; 3\phi 20$  表示梁的上部配置  $3\phi 22$  的通长筋，梁的下部配置  $3\phi 20$  的通长筋。

例：如图 2-3 所示，“ $2\phi 22$ ”表示双肢箍；“ $2\phi 22+(4\phi 12)$ ”表示用于六肢箍，其中  $2\phi 22$  为通长筋，括号内  $4\phi 12$  为架立筋。

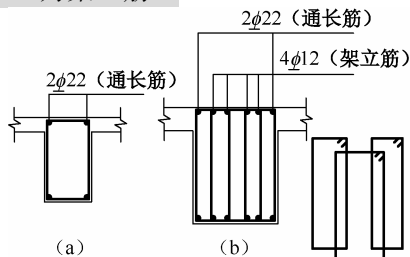


图 2-3 梁上部通常筋或架立筋配置示意

⑤ 梁侧面纵向构造钢筋或受扭钢筋（必注值）。

当梁腹板高度  $h_w \geq 450\text{mm}$  时，须配置纵向构造钢筋，且为对称配置，以大写字母 G 打头，注写设置在梁两个侧面的总配筋值。

例：G $4\phi 12$  表示梁的两侧共配置  $4\phi 12$  的纵向构造钢筋，每侧各  $2\phi 12$ 。如图 2-4 所示。

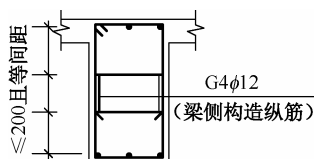


图 2-4 梁侧构造钢筋

梁侧面受扭纵向钢筋以大写字母 N 打头，且为对称配置，注写配置在梁两个侧面的总配筋值。

例：如图 2-5 所示，N $6\phi 22$  表示梁的两侧共配置  $6\phi 22$  的受扭纵向钢筋，每侧各  $3\phi 22$ 。

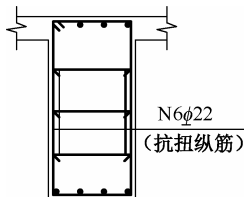


图 2-5 受扭纵向钢筋

⑥ 梁顶面标高差（选注值）。

梁顶面标高差，是指相对于结构层楼面标高的高差值，对位于结构夹层的梁，则指



相对于结构夹层楼面标高的高差。有高差时，需将其写入括号内，无高差时不注。

例：某结构标准层的楼面标高为 44.950m，当某梁的梁顶面标高高差注写为(-0.100)时，即表明该梁顶面标高分别相对于 44.950m 低 0.10m。

## (2) 梁原位标注。

### ① 梁支座上部纵筋（包含通常筋在内的所有纵筋）。

当上部纵筋多于一排时，用斜线“/”将各排纵筋自上而下分开。

例：梁支座上部纵筋注写为  $6\phi 25\ 4/2$  时（如图 2-6 所示），表示上一排纵筋为  $4\phi 25$ ，下一排纵筋为  $2\phi 25$ 。

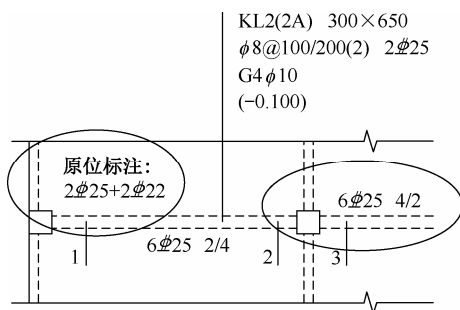


图 2-6 梁支座上部纵筋示意

当同排纵筋有两种直径时，用加号“+”将两种直径的纵筋相连，注写时将角部纵筋写在前面。如图 2-6 所示“ $2\phi 25+2\phi 22$ ”表示梁支座上部有四根纵筋， $2\phi 25$  放在角部， $2\phi 22$  放在中部。

当梁中间支座两边的上部纵筋不同时，须在支座两边分别标注，如图 2-7 所示。

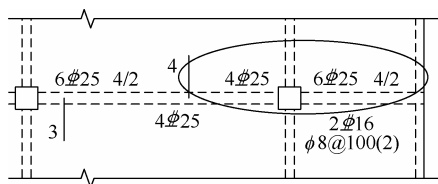


图 2-7 支座两边上部纵向钢筋不同时的标注

当梁中间支座两边的上部纵筋相同时，可仅在支座的一边标注配筋值，另一边省去不标注，如图 2-8 所示。

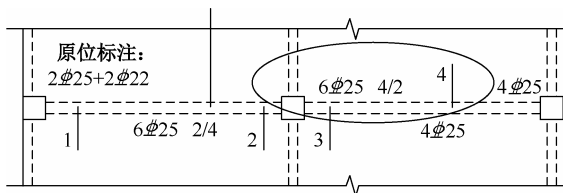


图 2-8 支座两边上部纵向钢筋相同时的标注

### ② 梁下部钢筋。



当下部纵筋多于一排时，用斜线“/”将各排纵筋自上而下分开。

例：梁下部纵筋注写为  $6\Phi 25\ 2/4$ ，表示上一排纵筋为  $2\Phi 25$ ，下一排纵筋为  $4\Phi 25$ ，全部伸入支座。

当同排纵筋有两种直径时，用加号“+”将两种直径的纵筋相连，注写时角筋写在前面。

当梁下部纵筋不全部伸入支座时（如图 2-9 所示），将梁支座下部纵筋减少的数量写在括号内。

例：梁下部纵筋注写为  $6\Phi 25\ 2(-2)/4$ ，表示上一排纵筋为  $2\Phi 25$ ，且不伸入支座，下一排纵筋为  $4\Phi 25$ ，全部伸入支座。

例：梁下部纵筋注写为  $2\Phi 25+3\Phi 22(-3)/5\Phi 25$ ，表示上排纵筋为  $2\Phi 25+3\Phi 22$ ，且  $3\Phi 22$  不伸入支座，下排纵筋为  $5\Phi 25$ ，全部伸入支座。

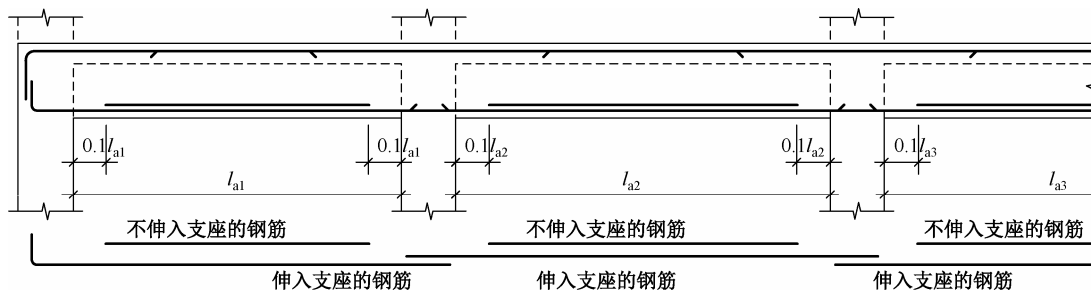


图 2-9 梁下部钢筋伸入支座示意

## 2. 截面注写方式

截面注写方式是指在梁平面布置图上，分别在不同编号的梁中各选择一根梁用剖面号引出配筋图，并在其上注写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达梁平法施工图，如图 2-10 所示。

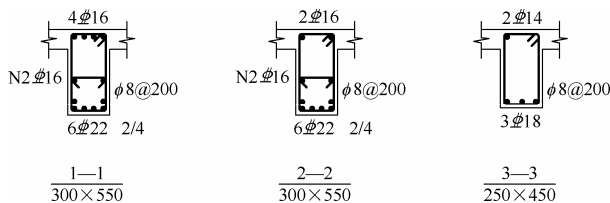


图 2-10 截面注写方式示例



## 二、钢筋混凝土板施工图识图

楼板施工图采用平面整体表示方法（简称平法）注写方式，平法注写主要包括板块集中标注和板支座原位标注两部分内容。

楼板施工图两向轴网正交布置时，图面从左至右为 X 向，从下向上为 Y 向。



### 思考

轴网向心布置的楼板平面图如何规定 X 向与 Y 向？



## 1. 板块集中标注

板块集中标注的内容包括：板块编号，板厚，贯通纵筋，以及当板面标高不同时的高差。

楼面板板块编号由代号 LB 和序号组成，如图 2-11 所示 LB3 表示 3 号楼面板，如图 2-12 所示 LB4 表示 4 号楼面板。

板厚注写为  $h = \times \times \times$  (为垂直于板面的厚度)，如图 2-11 所示  $h = 120$  表示板厚为 120mm。

贯通纵筋按板块的上部和下部分别注写，并以 B 代表下部，以 T 代表上部，B&T 代表下部和上部；X 代表 X 向贯通筋，Y 代表 Y 向贯通筋，X&Y 代表两向贯通筋；板块上部不设贯通纵筋时不需注明。

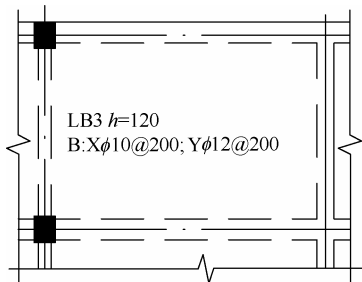


图 2-11 板块集中标注示例 1

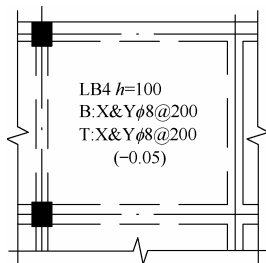


图 2-12 板块集中标注示例 2

如图 2-11 所示 B:  $X\phi 10@200$ ;  $Y\phi 12@200$  表示板下部配置的贯通纵筋 X 向为  $\phi 10@200$ ，Y 向为  $\phi 12@200$ ；板上部未配置贯通纵筋。

如图 2-12 所示 B:  $X\&Y\phi 8@200$  表示板下部贯通纵筋双向均为  $\phi 8@200$ ；T:  $X\&Y\phi 8@150$  表示板上部贯通纵筋双向均为  $\phi 8@150$ 。



### 演 练

有一楼面板块注写为：LB5  $h=110$

B:  $X\phi 12@120$ ;  $Y\phi 10@110$

表示\_\_\_\_号楼面板，板厚\_\_\_\_；B:  $X\phi 12@120$ ;  $Y\phi 10@110$  解释为\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

板面标高差指相对于结构层楼面标高的高差，注写在括号内，有高差注写，无高差不注写。如图 2-12 所示 (-0.05) 表示 LB4 低于结构层标高 0.05m。同一编号板块的类型、板厚和贯通纵筋均相同，板面标高、跨度、平面形状及板支座上部非贯通纵筋可以不同。



### 知识拓展

当贯通筋采用两种规格钢筋“隔一布一”的方式时，表达为  $\phi xx/yy@xxx$ ，表示直径为  $xx$  的钢筋和直径为  $yy$  的钢筋二者之间的间距为  $xxx$ ，直径为  $xx$  的钢筋的间距为  $xxx$  的 2 倍，直径  $yy$  的钢筋的间距为  $xxx$  的 2 倍。

例：有一楼面板块注写为 LB5  $h=110$



B: X 10/12@100; Y 10@110

表示 5 号楼面板, 板厚 110mm; 板下部配置的贯通纵筋 X 向为 10、12 隔一布一, 10 和 12 之间的人间距为 100mm, Y 向为 10, 间距 110mm; 板上部未配置贯通纵筋。

## 2. 板支座原位标注

板支座原位标注的内容包括: 板支座上部非贯通筋的编号、配筋值以及自支座中线向跨内的延伸长度, 如图 2-13 所示。

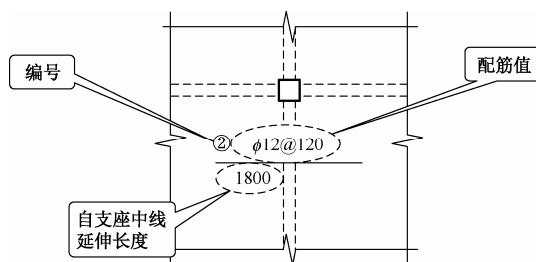


图 2-13 板支座上部非贯通筋

板支座原位标注的钢筋在配置相同跨的第一跨表达, 注写钢筋编号、配筋值、横向连续布置的跨数, 其他相同部位仅在表示钢筋的线段上注写编号。如图 2-14 所示“②φ12@200(3)”中, “②”表示钢筋编号, “φ12@200”表示配筋值, “(3)”表示横向连续布置的跨数为 3 跨。

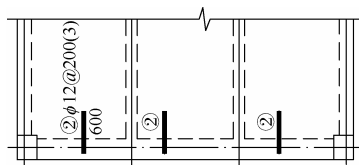


图 2-14 板支座原位标注在第一跨

中间支座上部非贯通筋向支座两侧对称伸出时, 仅有一侧标注, 如图 2-13 所示; 如向支座两侧非对称伸出时, 两侧均有标注, 如图 2-15 所示。

贯通板全跨上部通长纵筋, 只注明非贯通筋另一侧伸出长度值, 不注明贯通全跨长度值, 如图 2-16 所示。

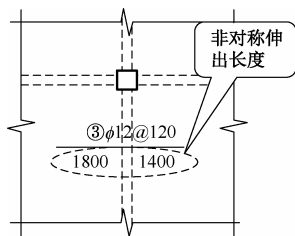


图 2-15 板支座上部非贯通筋非对称伸出

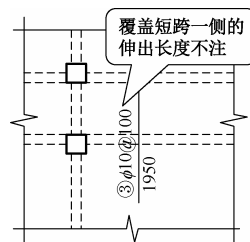


图 2-16 板支座非贯通筋贯通全跨



### 三、钢筋混凝土柱施工图识图

钢筋混凝土柱施工图是在柱的平面布置图上采用平面注写的方式表达，包括列表注写方式和截面注写方式两种。

#### 1. 列表注写方式

列表注写方式，是在柱的平面布置图上分别在同一编号的柱中选择一个或几个截面标注几何参数代号；在柱表中注写柱编号、柱段起止标高、几何尺寸（含柱截面对轴线的偏心情况）与配筋的具体数值，并配以各种柱截面形状及其箍筋类型图的方式，来表达柱的平法施工图。

##### (1) 柱编号。

柱编号由类型代号和序号组成，见表 2-1。

表 2-1 柱编号

| 柱类型   | 代号 | 序号 |
|-------|----|----|
| 框架柱   | KZ | XX |
| 梁上柱   | LZ | XX |
| 剪力墙上柱 | QZ | XX |

##### (2) 各段柱的起止标高。

自柱根部往上以变截面位置或截面未变但配筋改变处为界分段注写。框架柱的根部标高是指基础顶面标高；芯柱的根部标高是指根据结构实际需要而定的起始位置标高；梁上柱的根部标高系指梁顶面标高；剪力墙上柱的根部标高为墙顶面标高。

##### (3) 截面尺寸。

对于矩形柱，注写柱截面尺寸  $b \times h$  及与轴线关系的几何关系。

##### (4) 纵向钢筋。

当柱纵筋直径相同，各边根数也相同时，将纵筋注写在“全部纵筋”一栏中；除此之外，柱纵筋分角筋、截面  $b$  边中部筋和  $h$  边中部筋 3 项分别注写（对于采用对称配筋的矩形截面柱，可仅注写一侧中部筋，对称边省略不注）。

##### (5) 箍筋类型与箍筋肢数（如图 2-17 所示）。

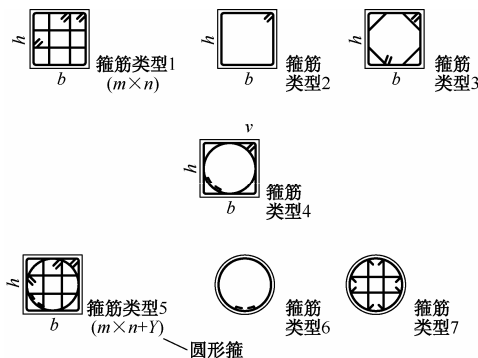


图 2-17 箍筋类型与箍筋肢数

(6) 柱箍筋直径、级别和间距。

用斜线 “/” 区分柱端箍筋加密区与柱身非加密区长度范围内箍筋的不同间距。

2. 截面注写方式

截面注写方式，是在柱平面布置图的柱截面上，分别在同一编号的柱中选择一个截面，以直接注写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达柱平法施工图。如图 2-18 所示。

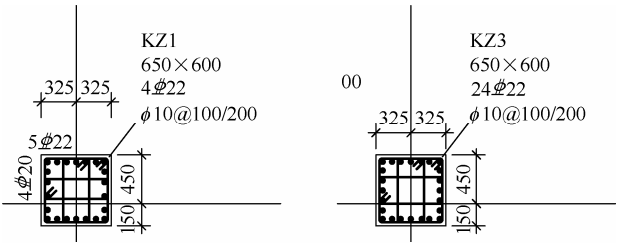


图 2-18 柱截面注写方式示意



四、钢筋混凝土剪力墙施工图识图

剪力墙可视为由剪力墙柱、剪力墙身和剪力墙梁三类构件组成。剪力墙平法施工图采用列表注写方式或截面注写方式表达。

列表注写方式：在剪力墙柱表、剪力墙身表和剪力墙梁表中，对应于剪力墙平面布置图上的编号，用绘制截面配筋图并注写几何尺寸与配筋具体数值的方式表达剪力墙施工图。

原位注写方式：在剪力墙平面布置图上，用直接标注墙柱、墙身和墙梁的截面尺寸和配筋具体数值的方式表达剪力墙施工图。

下面主要介绍列表注写方式表示方法。

1. 剪力墙身

剪力墙身表（表 2-2）中表达的内容包括：墙身编号（含水平与垂直分布钢筋的排数）；各段墙身起止标高；墙厚；水平分布筋、垂直分布筋和拉筋的具体数值。

墙身编号：由墙身代号、序号以及墙身所配置的水平与竖向分布钢筋的排数组成，其中，排数注写在括号内。表达形式为：QXX（X 排）。

表 2-2 剪力墙身表

| 编号      | 标高               | 墙厚 | 水平分布筋   | 垂直分布筋   | 拉筋     |
|---------|------------------|----|---------|---------|--------|
| Q1（2 排） | -0.030—30.270 30 | 0  | Φ12@250 | Φ12@250 | Φ6@500 |
|         | 30.270—59.070 25 | 0  | Φ10@250 | Φ10@250 | Φ6@500 |
| Q2（2 排） | -0.030—30.270 25 | 0  | Φ10@250 | Φ10@250 | Φ6@500 |
|         | 30.270—59.070 25 | 0  | Φ10@250 | Φ10@250 | Φ6@500 |

2. 剪力墙柱

剪力墙柱表（表 2-3）中表达的内容包括：墙柱编号；截面几何尺寸及配筋图；各段墙柱的起止标高；各段墙柱的纵向钢筋和箍筋（注写值与表中绘制的截面配筋图对应）。





墙柱编号：由墙柱类型代号和序号组成。

表 2-3 剪力墙柱表

|    |   |  |  |   |  |  |   |  |  |               |  |  |
|----|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---------------|--|--|
| 截面 |   |  |  |   |  |  |   |  |  |               |  |  |
| 编号 | GDZ1  |  |  | GDZ2  |  |  | GJZ4  |  |  |               |  |  |
| 标高 | -0.030~8.670    8.670~30.270    (30.270~59.070)         |  |  | -0.030~8.670    8.670~59.070    59.070~65.670     |  |  | -0.030~8.670    8.670~30.270    (30.270~59.070) |  |  | 59.070~65.670 |  |  |
| 纵筋 | 22 $\Phi$ 22    22 $\Phi$ 20    (22 $\Phi$ 18)          |  |  | 12 $\Phi$ 25    12 $\Phi$ 22    12 $\Phi$ 20      |  |  | 16 $\Phi$ 22    16 $\Phi$ 20    (26 $\Phi$ 18)  |  |  | 12 $\Phi$ 18  |  |  |
| 箍筋 | $\phi$ 10@100 $\phi$ 10@100/200    ( $\phi$ 10@100/200) |  |  | $\phi$ 10@100 $\phi$ 10@100/200 $\phi$ 10@100/200 |  |  | $\phi$ 10@150 $\phi$ 10@150    ( $\phi$ 10@200) |  |  | $\phi$ 8@100  |  |  |
| 截面 |   |  |  |   |  |  |   |  |  |               |  |  |
| 编号 | GJZ1  |  |  | GYZ2  |  |  | GJZ3  |  |  |               |  |  |
| 标高 | -0.030~8.670    8.670~30.270    (30.270~59.070)         |  |  | -0.030~8.670    8.670~30.270    (30.270~59.070)   |  |  | -0.030~8.670    8.670~30.270    (30.270~59.070) |  |  |               |  |  |
| 纵筋 | 24 $\Phi$ 20    24 $\Phi$ 18    (24 $\Phi$ 16)          |  |  | 20 $\Phi$ 20    10 $\Phi$ 18    (10 $\Phi$ 18)    |  |  | 20 $\Phi$ 20    12 $\Phi$ 18    (20 $\Phi$ 18)  |  |  |               |  |  |
| 箍筋 | $\phi$ 10@100 $\phi$ 10@150    ( $\phi$ 10@150)         |  |  | $\phi$ 10@100    10@150    ( $\phi$ 10@150)       |  |  | $\phi$ 10@100 $\phi$ 10@150    ( $\phi$ 10@150) |  |  |               |  |  |
|    |   |  |  | △   |  |  |   |  |  |               |  |  |

墙柱编号示例见表 2-4。

表 2-4 墙柱编号示例

| 墙柱类型       | 代号  | 序号 |
|------------|-----|----|
| 约束边缘暗柱     | YAZ | XX |
| 约束边缘端柱     | YDZ | XX |
| 约束边缘翼墙（柱）  | YYZ | XX |
| 约束边缘转角墙（柱） | YJZ | XX |
| 构造边缘端柱     | GDZ | XX |
| 构造边缘暗柱     | GAZ | XX |
| 构造边缘翼墙（柱）  | GYZ | XX |
| 构造边缘转角墙（柱） | GJZ | XX |
| 非边缘暗柱      | AZ  | XX |
| 扶壁柱        | FBZ | XX |

### 3. 剪力墙梁

剪力墙梁表中表达的内容包括：墙梁编号；墙梁顶面标高高差；墙梁截面尺寸；纵筋和箍筋的具体数值等。

墙梁编号示例见表 2-5。



表 2-5 墙梁编号示例

| 墙梁类型            | 代号     | 序号 |
|-----------------|--------|----|
| 连梁（无交叉暗撑及无交叉钢筋） | LL     | XX |
| 连梁（有交叉暗撑）       | LL（JC） | XX |
| 连梁（有交叉钢筋）       | LL（JG） | XX |
| 暗梁              | AL     | XX |
| 边框梁             | BKL    | XX |



## 温故而知新

墙梁顶面标高高差指相对于墙梁所在结构层楼面标高的高差值，高于楼面标高为正值，低于楼面标高为负值，不标注表示无高差。

剪力墙梁见表 2-6。

表 2-6 剪力墙梁表

| 编号   | 所在楼层号  | 梁顶相对标高高差 | 梁截面<br>$b \times h$ | 上部纵筋        | 下部纵筋        | 侧面纵筋     | 箍筋               |
|------|--------|----------|---------------------|-------------|-------------|----------|------------------|
| LL1  | 2-9    | 0.800    | 300×2000            | 4 $\Phi$ 22 | 4 $\Phi$ 20 | 同Q1水平分布筋 | $\Phi$ 10@100(2) |
|      | 10-16  | 0.800    | 250×2000            | 4 $\Phi$ 20 | 4 $\Phi$ 20 |          | $\Phi$ 10@100(2) |
|      | 屋面     |          | 250×1200            | 4 $\Phi$ 20 | 4 $\Phi$ 20 |          | $\Phi$ 10@100(2) |
| LL2  | 3      | -1.200   | 300×2520            | 4 $\Phi$ 22 | 4 $\Phi$ 22 | 同Q1水平分布筋 | $\Phi$ 10@150(2) |
|      | 4      | -0.900   | 300×2070            | 4 $\Phi$ 22 | 4 $\Phi$ 22 |          | $\Phi$ 10@150(2) |
|      | 5-9    | -0.900   | 300×1770            | 4 $\Phi$ 22 | 4 $\Phi$ 22 |          | $\Phi$ 10@150(2) |
|      | 10-屋面1 | -0.900   | 250×1770            | 3 $\Phi$ 22 | 3 $\Phi$ 22 |          | $\Phi$ 10@150(2) |
| LL3  | 2      |          | 300×2070            | 4 $\Phi$ 22 | 4 $\Phi$ 22 | 同Q1水平分布筋 | $\Phi$ 10@100(2) |
|      | 3      |          | 300×1770            | 4 $\Phi$ 22 | 4 $\Phi$ 22 |          | $\Phi$ 10@100(2) |
|      | 4-9    |          | 300×1170            | 4 $\Phi$ 22 | 4 $\Phi$ 22 |          | $\Phi$ 10@100(2) |
|      | 10-屋面1 |          | 250×1170            | 3 $\Phi$ 22 | 3 $\Phi$ 22 |          | $\Phi$ 10@100(2) |
| LL4  | 2      |          | 250×2070            | 3 $\Phi$ 20 | 3 $\Phi$ 20 | 同Q2水平分布筋 | $\Phi$ 10@120(2) |
|      | 3      |          | 250×1770            | 3 $\Phi$ 20 | 3 $\Phi$ 20 |          | $\Phi$ 10@120(2) |
|      | 4-屋面1  |          | 250×1170            | 3 $\Phi$ 20 | 3 $\Phi$ 20 |          | $\Phi$ 10@120(2) |
| AL1  | 2-9    |          | 300×600             | 3 $\Phi$ 20 | 3 $\Phi$ 20 |          | $\Phi$ 8@150(2)  |
|      | 10-16  |          | 250×500             | 3 $\Phi$ 18 | 3 $\Phi$ 18 |          | $\Phi$ 8@150(2)  |
| BKL1 | 屋面1    |          | 500×750             | 4 $\Phi$ 22 | 4 $\Phi$ 22 |          | $\Phi$ 10@150(2) |



## 项目三 钢筋下料计算



### 一、钢筋混凝土梁钢筋下料计算

#### 1. 下部纵向钢筋翻样计算

下部纵向钢筋翻样长度=净跨+支座锚固长度或搭接长度  
根数同配筋数量相同。

#### 2. 上部纵向钢筋翻样计算

上部纵向钢筋翻样长度=净跨+支座锚固长度或搭接长度  
根据搭接位置计算根数。

#### 3. 箍筋翻样计算

箍筋翻样长度=箍筋外周长+ $2 \times 11.9d - 3 \times 2d$

对有加密区的箍筋：根数= $2 \times [( \text{加密区长度} - 50 ) / \text{加密区间距} + 1]$   
+ $( \text{净跨} - 2 \times \text{加密区长度} ) / \text{非加密区间距} - 1$

对全长无加密区的箍筋：根数= $( \text{净跨} - 2 \times 50 ) / \text{箍筋间距} + 1$



### 二、钢筋混凝土板钢筋下料计算

钢筋混凝土板受力钢筋主要对下部受力钢筋、支座受力负筋和分布筋进行翻样，其中支座受力负筋又包括端支座受力负筋和中间支座受力负筋。

#### 1. 下部受力钢筋翻样计算

下部受力钢筋翻样长度=板跨净长+两端支座锚固长度之和+ $2 \times 180^\circ$  弯钩增加长度  
注：上式第三项仅限计算 HPB300 级钢筋时使用

根数=（板净跨-100mm）/间距+1（下同）

其中：（1）端支座锚固长度取值（如图 3-1 和图 3-2 所示）。

当端支座为混凝土梁、墙时，锚固长度= $\max \{ \text{梁（墙）宽} / 2, 5d \}$

当端支座为砌体墙时，锚固长度= $\max \{ 120, h, \text{墙厚} / 2 \}$

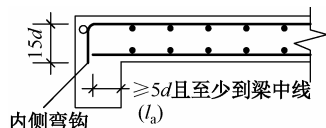


图 3-1 端支座为混凝土梁、墙

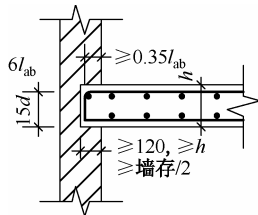


图 3-2 端支座为砌体墙



(2) 180° 弯钩增加长度。

平直段长度取  $3d$ ，弯钩增加长度取  $6.25d$  ( $d$  为板受力钢筋直径)。

## 2. 端支座受力负筋计算

① 端支座为混凝土梁 (如图 3-3 所示)。

计算长度=从支座边缘伸出长度值+(梁宽-梁保护层-梁主筋直径+ $15d$ )+(板厚- $2\times$ 板保护层)- $2\times$ 弯曲调整值 ( $2d$ )

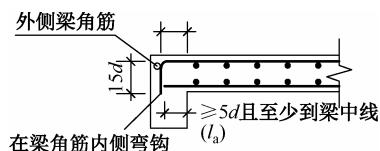


图 3-3 板端支座负筋构造图 (一)

② 端支座为混凝土墙 (如图 3-4 所示)。

计算长度=从支座边缘伸出长度值+(墙宽-墙保护层-墙外侧水平分布筋直径+ $15d$ )+(板厚- $2\times$ 板保护层)- $2\times$ 弯曲调整值 ( $2d$ )

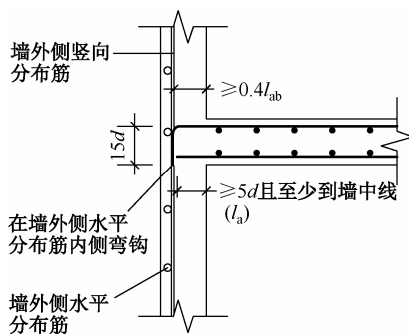


图 3-4 板端支座负筋构造图 (二)

## 3. 中间支座受力负筋计算 (如图 3-5 所示)

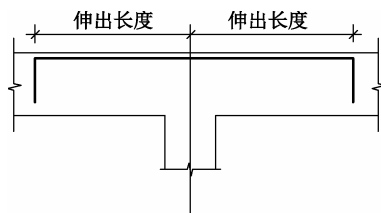


图 3-5 板中间支座负筋计算长度示意图

计算长度=两侧伸出长度之和+ $2\times$ (板厚- $2\times$ 板保护层)- $2\times$ 弯曲调整值 ( $2d$ )

## 4. 分布筋计算 (如图 3-6 和图 3-7 所示)

计算长度=板净距-负筋板内伸出长度之和+ $2\times$ 搭接长度

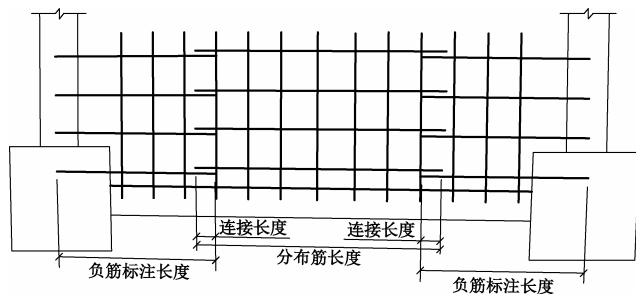


图 3-6 板分布筋长度计算示意图

根数=负筋板内净长  $a$ /分布筋间距+负筋板内净长  $b$ /分布筋间距

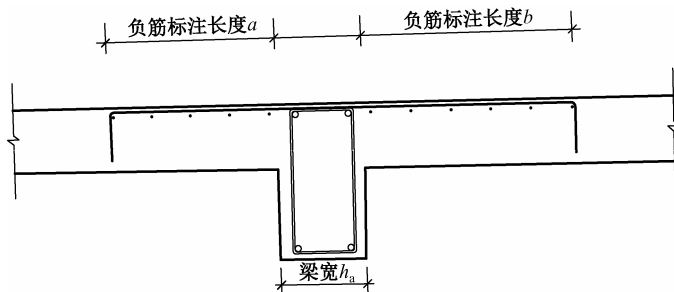


图 3-7 板中间支座负筋根数计算示意图



## 三、钢筋混凝土柱钢筋下料计算

框架柱按其所在位置的不同可分为底层柱、中间层柱和顶层柱；柱中纵筋按其所在位置的不同又可分为角筋、边筋。下面主要介绍框架柱纵向钢筋的长度和箍筋数量的计算方法。考虑纵向钢筋的连接为机械连接。

### 1. 纵向钢筋翻样计算

#### (1) 基础内插筋长度计算。

基础纵筋长插筋长度=基础高度-基础底保护层-基础底部钢筋直径+ $\max\{10d, 200\text{mm}\}$   
(柱水平弯折)+伸入上层的钢筋长度 ( $H_n/3+35d$ )

基础纵筋短插筋长度=基础高度-基础底保护层-基础底部钢筋直径+ $\max\{10d, 200\text{mm}\}$   
(柱水平弯折)+伸入上层的钢筋长度 ( $H_n/3$ )

式中： $d$  为纵筋直径； $H_n$  为柱净高。

### 翻 样 技 巧

基础内箍筋仅起一个稳固作用，即防止钢筋在浇筑时受到扰动。一般按 2 根箍筋进行计算。

#### (2) 首层柱钢筋长度计算。



首层长纵筋长度=本层层高-本层伸出基础顶面的高度 ( $H_n/3+35d$ ) + 上一层伸出楼面高度 ( $\max\{H_n/6, h_c, 500\}+35d$ )

首层短纵筋长度=本层层高-本层伸出基础顶面的高度 ( $H_n/3$ ) + 上一层伸出楼面的高度 ( $\max\{H_n/6, h_c, 500\}$ )

首层箍筋数量= $\frac{H_n}{3}$ /加密区间距+ $\max\{H_n/6, h_c, 500\}$ /加密区间距+节点区梁高/加密区间距+(层高-加密区长)/非加密区间距+1



### 提出问题

首层箍筋加密区有几个? 分别处于什么部位?

首层箍筋的加密区有 3 个, 分别为: 下部的箍筋加密区长度取  $H_n/3$ , 上部取  $\max\{500, \text{柱长边尺寸}, H_n/6\}$ ; 梁节点范围内加密; 如果该柱采用绑扎搭接, 那么搭接范围内同时需要加密。

(3) 中间层柱钢筋长度计算。

中间层纵筋长度=本层层高

中间层箍筋数量= $2 \times \max\{H_n/6, h_c, 500\}$ /加密区间距+节点区梁高/加密区间距+(层高-加密区长)/非加密区间距+1



### 提出问题

中间层箍筋加密区有几个? 分别处于什么部位?

中间层箍筋加密区有 3 个, 包括上、下部的箍筋加密区, 长度均取  $\max\{500, \text{柱长边尺寸}, H_n/6\}$ ; 梁节点范围内加密; 如果该柱采用绑扎搭接, 那么搭接范围内同时需要加密。

(4) 顶层柱钢筋长度计算。

顶层因其所处位置不同, 分为角柱、边柱和中柱, 各种柱纵筋的顶层锚固各不相同。

① 中柱。

纵筋长筋长度=顶层净高- $\max\{H_n/6, h_c, 500\}$ +顶层中柱纵筋锚固值

纵筋短筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max\{H_n/6, h_c, 500\}-35d$ +顶层中柱纵筋锚固值



### 提出问题

顶层中柱纵筋锚固值如何确定呢?

顶层纵筋弯锚时, 锚固值=梁高-保护层+ $12d$ ;



顶层纵筋直锚时，锚固值=梁高-保护层。

② 边柱。

纵筋长筋长度=顶层净高- $\max\{H_n/6, h_c, 500\}$ +顶层边柱纵筋锚固值

纵筋短筋长度=顶层净高- $\max\{H_n/6, h_c, 500\}$ -35d+顶层边柱纵筋锚固值



## 提出问题

顶层边柱纵筋锚固值如何确定呢？

顶层边柱纵筋的锚固分为内侧纵筋锚固和外侧纵筋锚固。

a. 内侧钢筋锚固：弯锚时，锚固值=梁高-保护层+12d；

直锚时，锚固值=梁高-保护层。

b. 外侧钢筋锚固：锚固值= $\max\{1.5l_{aE}, \text{梁高-保护层+柱宽-保护层}\}$

③ 角柱。

纵筋长筋长度=顶层净高- $\max\{H_n/6, h_c, 500\}$ +顶层角柱纵筋锚固值

纵筋短筋长度=顶层净高- $\max\{H_n/6, h_c, 500\}$ -35d+顶层角柱纵筋锚固值



## 提出问题

顶层角柱纵筋锚固值如何确定呢？

顶层角柱纵筋的锚固同样分为内侧纵筋锚固和外侧纵筋锚固。

a. 内侧钢筋锚固：弯锚时，锚固值=梁高-保护层+12d；

直锚时，锚固值=梁高-保护层。

b. 外侧钢筋锚固：锚固值= $\max\{1.5l_{aE}, \text{梁高-保护层+柱宽-保护层}\}$

2. 箍筋翻样计算

箍筋翻样计算参考梁的箍筋翻样计算。



## 四、钢筋混凝土剪力墙钢筋下料计算

剪力墙钢筋包括墙柱钢筋、墙梁钢筋和墙身钢筋 3 部分，这里仅介绍墙身钢筋的下料计算。墙身钢筋由竖向钢筋、水平钢筋和拉结筋组成。下面介绍的计算方法考虑钢筋连接方式为机械连接。

1. 墙身竖向钢筋计算

(1) 基础层竖向钢筋计算（如图 3-8 所示）

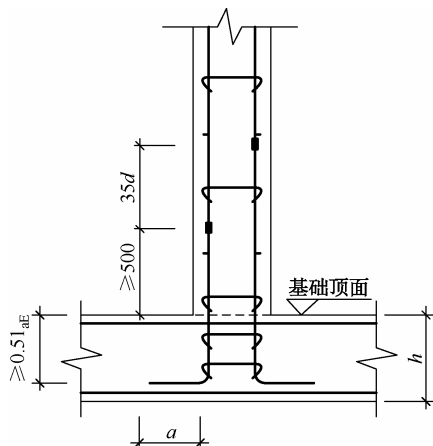


图 3-8 剪力墙基础插筋构造

长插筋长度=基础高度  $h$ -基底保护层厚度  $c$ +弯折长度  $a+500+35d$

短插筋长度=基础高度  $h$ -基底保护层厚度  $c$ +弯折长度  $a+500$

长（短）插筋根数= $[(\text{墙长}-\sum \text{墙柱长}-\text{墙竖向筋间距})/\text{墙竖向筋间距}+1]/2 \times \text{排数}$

(2) 中间层竖向钢筋计算。

竖向筋长度=中间层层高

竖向筋根数= $[(\text{墙长}-\sum \text{墙柱长}-\text{墙竖向筋间距})/\text{墙竖向筋间距}+1] \times \text{排数}$

(3) 顶层竖向钢筋计算。

长竖向筋长度=顶层高  $H$ -板厚-500+ $l_{aE}$

短竖向筋长度=顶层高  $H$ -板厚-500-35d+ $l_{aE}$

竖向筋根数同中间层竖向筋根数。

2. 墙身水平钢筋计算

(1) 墙为一字形或 T 形墙（如图 3-9 所示）。

墙水平筋长度=墙长度  $L-2 \times \text{墙柱保护层厚度}-2 \times d+2 \times 15d$

其中， $d$  为墙柱外侧钢筋直径。

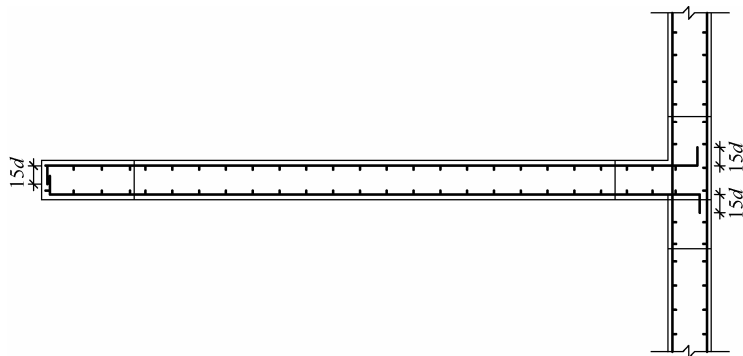


图 3-9 剪力墙水平筋构造（一）

(2) 墙一端为一字形或 T 形，一端为 L 形（如图 3-10 所示）。





墙外侧水平筋长度=墙长度  $L-2\times$  墙柱保护层厚度  $-2\times d+15d+0.65l_{aE}$

墙内侧水平筋长度=墙长度  $L-2\times$  墙柱保护层厚度  $-2\times d+15d\times 2$

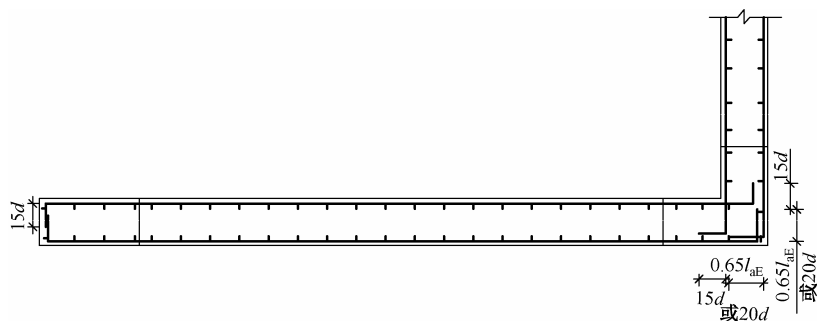


图 3-10 剪力墙水平筋构造 (二)

(3) 墙两端为 L 形 (如图 3-11 所示)。

墙外侧水平筋长度=墙长度  $L-2\times$  墙柱保护层厚度  $-2\times 0.65l_{aE}$

墙内侧水平筋长度=墙长度  $L-2\times$  墙柱保护层厚度  $-2\times d+15d\times 2$

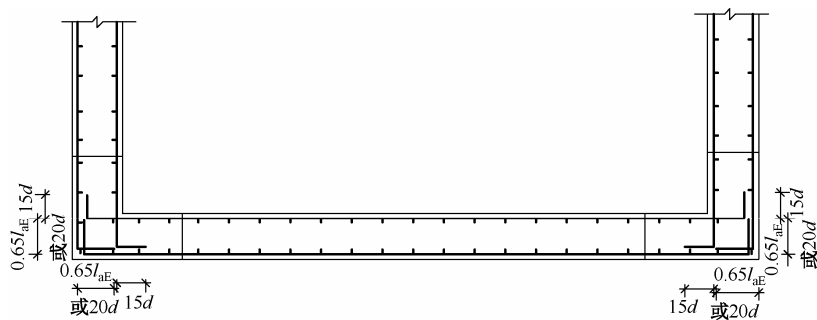


图 3-11 剪力墙水平筋构造 (三)

(4) 墙两端为短柱 (如图 3-12 和图 3-13 所示)。

柱宽-保护层  $\geq l_{aE}$  时, 墙水平筋长度=墙净长  $+2\times l_{aE}$

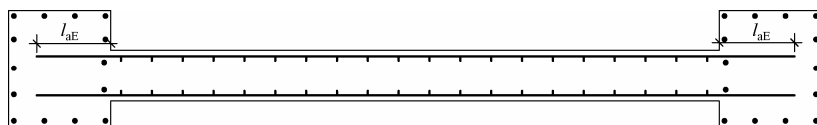


图 3-12 剪力墙水平筋构造 (四)

柱宽-保护层  $< l_{aE}$  时, 墙水平筋长度=墙总长  $-2\times$  保护层  $+15d\times 2$

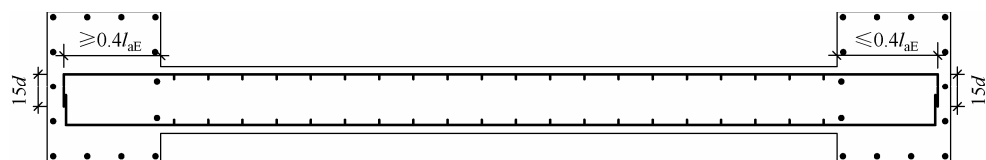


图 3-13 剪力墙水平筋构造 (五)



(5) 水平钢筋根数

基础墙水平筋根数= $\max\{(\text{基础高度}-\text{基础保护层})/500, 2\} \times \text{排数 } n$

中间层水平筋根数= $\{(\text{层高}-\text{水平筋间距})/\text{水平筋间距}+1\} \times \text{排数 } n$

顶层水平筋根数= $\{(\text{层高}-\text{水平筋间距})/\text{水平筋间距}+1\} \times \text{排数 } n$

## 模块二

# 常见建筑构件施工

## 项目四 混凝土梁钢筋施工

**钢筋加工：**钢筋配料→下料→弯曲成型→挂牌存放

**梁钢筋安装：**

### ① 模内绑扎。



画主、次梁箍筋间距→放主梁、次梁箍筋→穿主梁底层纵筋及弯起筋→穿次梁底层纵筋并与箍筋固定→穿主梁上层纵向架立筋→按箍筋间距绑扎→穿次梁上层纵向钢筋→按箍筋间距绑扎。

### ② 模外绑扎（先在梁模板上口绑扎成型后再入模内）。

画箍筋间距→在主、次梁模板上口铺横杆数根→在横杆上画放箍筋→穿主梁下层纵筋→穿次梁下层纵筋→穿主梁上层钢筋→按箍筋间距绑扎→穿次梁上层纵向钢筋→按箍筋间距绑扎→抽出横杆落骨架于模板内。



## 一、施工准备

（1）明确混凝土保护层厚度，核实结构中梁与梁、梁与板、梁与柱的钢筋穿插排列设计点详图，钢筋穿插排列及混凝土保护层厚度应符合设计和规范要求。

（2）梁保护层垫块一般采用塑料卡。塑料卡的形状有两种：塑料垫块和塑料卡环。塑料垫块一般用于梁下、板下保护层，而塑料卡环用于梁侧面保护层。

（3）做好抄平放线工作，弹好水平标高线。

（4）根据弹好的外皮尺寸线，检查下层预留搭接的钢筋位置、数量和长度，如不符合要求，应进行处理。绑扎前先调直下层伸出的搭接筋，并将锈斑、水泥砂浆等污垢清除干净。



5. 根据标高检查下层伸出搭接筋处的混凝土表层标高（柱顶、墙顶）是否符合图纸要求，如有松散不实之处，要剔除并清理干净。



## 二、施工工艺与要点

### 1. 钢筋加工

(1) 调直：钢筋应平直，无局部曲折。对于光圆钢筋在使用前应调直。

(2) 切断：在切断过程中，如发现钢筋有劈裂、缩头或严重的弯头等，须切除。

(3) 弯曲成型：弯曲成型形状要正确，平面上不应有翘曲不平现象；弯曲点处不能有裂纹。

(4) 成品保护：加工成型的钢筋或骨架应分别按结构部位、钢筋编号和规格等挂牌标识，整齐堆放，并保持钢筋表面洁净，防止压弯变形或被油渍、泥土或其他杂物污染。预制成型的钢筋运到现场指定地点按构件规格垫平堆放，并避免淋雨。

### 2. 钢筋安装

(1) 在梁侧模板上画出箍筋间距，摆放钢筋。

(2) 先穿主梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋，将箍筋按已画好的间距逐个分开；穿次梁的下部纵向受力钢筋及弯起钢筋，并套好箍筋；放主、次梁的架立筋；隔一定间距将架立筋与箍筋绑扎牢固；调整箍筋间距使间距符合设计要求，绑扎架立筋，再绑主筋，主、次梁同时配合进行。

(3) 框架梁上部纵向钢筋应贯穿中间节点，梁下部纵向钢筋伸入中间节点，锚固长度及伸过中心线的长度要符合设计要求。框架梁纵向钢筋在端节点内的锚固长度也要符合设计要求。

(4) 绑梁上部纵向筋的箍筋，宜用套扣法绑扎。箍筋的接头（弯钩叠合处）应交错布置在两根架立钢筋上。

(5) 箍筋在叠合处的弯钩，在梁中应交错绑扎，箍筋弯钩为  $135^\circ$ ，平直部分长度为  $10d$ ，如做成封闭箍时，单面焊缝长度为  $5d$ 。

(6) 梁端第一个箍筋应设置在距离柱节点边缘  $50\text{mm}$  处。梁端与柱交接处箍筋应加密，其间距与加密区长度均应符合设计要求。

(7) 板、次梁与主梁交叉处，板的钢筋在上，次梁的钢筋居中，主梁的钢筋在下；当有圈梁或垫梁时，主梁的钢筋在上。在主、次梁受力筋下均应垫垫块（或塑料卡），保证保护层的厚度。纵向受力钢筋采用双层排列时，两排钢筋之间应垫以直径  $\geq 25\text{mm}$  的短钢筋，以保持其设计距离。梁筋的搭接长度末端与钢筋弯折处的距离，不得小于钢筋直径的 10 倍。



1. 框架节点处钢筋穿插十分稠密时,应特别注意梁顶面主筋间的净距至少为 30mm 和 1.5 倍最大钢筋直径中的较大者,以利浇筑混凝土。梁板钢筋绑扎时应防止水电管线将钢筋抬起或压下。

2. 梁钢筋的绑扎与模板安装之间的配合关系:梁的高度较小时,梁的钢筋架空在梁顶上绑扎,然后再落位;梁的高度较大 ( $\geq 1.2\text{m}$ ) 时,梁的钢筋宜在梁底模上绑扎,其两侧或一侧模后装。



### 三、质量检测与分析

#### 1. 质量检测

质量员按照上述质量标准,填写完成质量检查表 4-1《钢筋安装工程检验批质量验收记录表》后,资料员及时收集,整理,归档。

表 4-1 钢筋安装工程检验批质量验收记录表

GB 50204-2002 (2011 版)

| 单位（子单位）工程名称 |   |                  |         |          |            |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|-------------|---|------------------|---------|----------|------------|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--------------|--|--|
| 分部（子分部）工程名称 |   |                  |         |          |            |  |  |  |  |  |  | 验收部位 |  |  |              |  |  |
| 施工单位        |   |                  |         |          |            |  |  |  |  |  |  | 项目经理 |  |  |              |  |  |
| 施工执行标准名称及编号 |   |                  |         |          |            |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
| 施工质量验收规范的规定 |   |                  |         |          | 施工单位检查评定记录 |  |  |  |  |  |  |      |  |  | 监理（建设）单位验收记录 |  |  |
| 主控项目        | 1 | 纵向受力钢筋的连接方式      |         |          | 第 5.4.1 条  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             | 2 | 机械连接和焊接接头的力学性能   |         |          | 第 5.4.2 条  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             | 3 | 受力钢筋的品种、级别、规格和数量 |         |          | 第 5.5.1 条  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
| 一般项目        | 1 | 接头位置和数量          |         |          | 第 5.4.3 条  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             | 2 | 机械连接、焊接的外观质量     |         |          | 第 5.4.4 条  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             | 3 | 机械连接、焊接的接头面积百分率  |         |          | 第 5.4.5 条  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             | 4 | 绑扎搭接接头面积百分率和搭接长度 |         |          | 第 5.4.6 条  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             | 5 | 搭接长度范围内的箍筋       |         |          | 第 5.4.7 条  |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             | 6 | 钢筋安装允许偏差         | 绑扎钢筋网   | 长、宽（mm）  | ±10        |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             |   |                  |         | 网眼尺寸（mm） | ±20        |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             |   | 绑扎钢筋骨架           | 长（mm）   | ±10      |            |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             |   |                  | 宽、高（mm） | ±5       |            |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             |   | 受力钢筋             | 间距（mm）  | ±10      |            |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |
|             |   |                  | 排距（mm）  | ±5       |            |  |  |  |  |  |  |      |  |  |              |  |  |



续表

|                |  |  |                  |                       |     |     |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------|--|--|------------------|-----------------------|-----|-----|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|
|                |  |  | 保护层厚度 (mm)       | 基础                    | ±10 |     |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  |  |                  | 柱、梁                   | ±5  |     |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  |  |                  | 板、墙、壳                 | ±3  |     |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  |  | 绑扎箍筋、横向钢筋间距 (mm) |                       |     | ±20 |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  |  | 钢筋弯起点位置 (mm) 20  |                       |     |     |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  |  | 预埋件              | 中心线位置 (mm)            | 5   |     |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  |  |                  | 水平高差 (mm) +3          | ,0  |     |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
| 施工单位检查评定结果     |  |  |                  | 专业工长 (施工员)            |     |     |  |  |  |  |  | 施工班组长 |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  |  |                  | 项目专业质量检查员：年 月 日       |     |     |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
| 监理 (建设) 单位验收结论 |  |  |                  | 专业监理工程师：年 月 日         |     |     |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  |  |                  | (建设单位项目专业技术负责人)：年 月 日 |     |     |  |  |  |  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |

## 2. 质量分析

在钢筋加工过程中, 容易出现如下问题。

- (1) 钢筋下料后尺寸不准、不顺直、有弯曲、端头不平。
- (2) HPB300 (HPB235) 钢筋末端没有做 180° 弯钩, 弯钩部分长度不符合要求。
- (3) HRB335 钢筋末端需做 90° 或 135° 弯折时, 弯曲直径不符合要求。
- (4) 箍筋尺寸偏差大, 不方正, 拐角不成 90°, 两对角线长度不等。弯钩长度不符合要求。

发生上述现象的原因如下。

- (1) 钢筋配料时没有认真熟悉设计图纸和施工规范, 配料尺寸有误, 下料时尺寸误差大, 画线方法不对, 下料不准。

- (2) 钢筋下料前对原材料没有调直, 或钢筋切断时, 一次切断根数偏多或切断机刀片间隙过大, 使端头歪斜不平。

- (3) HPB300 (HPB235) 钢筋端头没有做 180° 弯钩或平直长度不够, 一是管理人员未作技术交底, 二是操作人员未按规定施工, 加工时尺寸控制不好。

- (4) HRB335 钢筋端头弯折的弯曲直径往往偏小, 一是管理人员交底不清, 二是操作人员对不同级别、不同直径钢筋的弯曲直径不了解或操作不认真, 三是弯曲机上的弯心直径配件未及时更换或规格不配套、不齐全。

- (5) 箍筋成型时工作台上画线尺寸误差大, 没有严格控制弯曲角度, 一次弯曲多个箍筋时没有每个对齐, 箍筋下料长度不够, 致使弯钩平直部分长度不足。

针对上述现象和原因预控措施如下。

- (1) 加强钢筋配料管理工作, 首先要熟悉设计图纸和规范要求, 按搭接锚固和钢筋的形状计算出钢筋的尺寸, 根据本单位设备情况和传统操作经验, 预先确定各种形状钢



筋下料长度的调整值（弯曲类型、弯曲处曲率半径、钢筋直径等）；配料时考虑周到，确定钢筋的实际下料长度。在大批成型弯曲前先行试成型，做出样板，再调整好下料长度，正式加工。

(2) 钢筋下料前对原材料弯曲的应先予以调直，下料时控制好尺寸，调整好切断机的刀片间隙，一次切断根数适当，防止端头歪斜不齐，特别对需对焊、气压焊、电渣压力焊和机械连接的钢筋端头用切断机不能保证时，应用切割机下料，以确保端头平整。

(3) 钢筋加工前管理人员应对操作班组进行详细的书面交底，并提出质量要求。弯曲机的弯心配件规格必须配套，钢筋直径变化时及时调换配件。

(4) 箍筋的下料长度要确保弯钩平直长度的需要，成型时按图纸尺寸在工作台上画线准确，弯折时严格控制弯曲角度，一次弯曲多个箍筋时，在弯折处必须逐个对齐，成型后进行检查核对，发现误差进行调整后再大批加工成型。



## 四、框架梁钢筋构造要求

框架梁钢筋构造如图 4-1 所示。

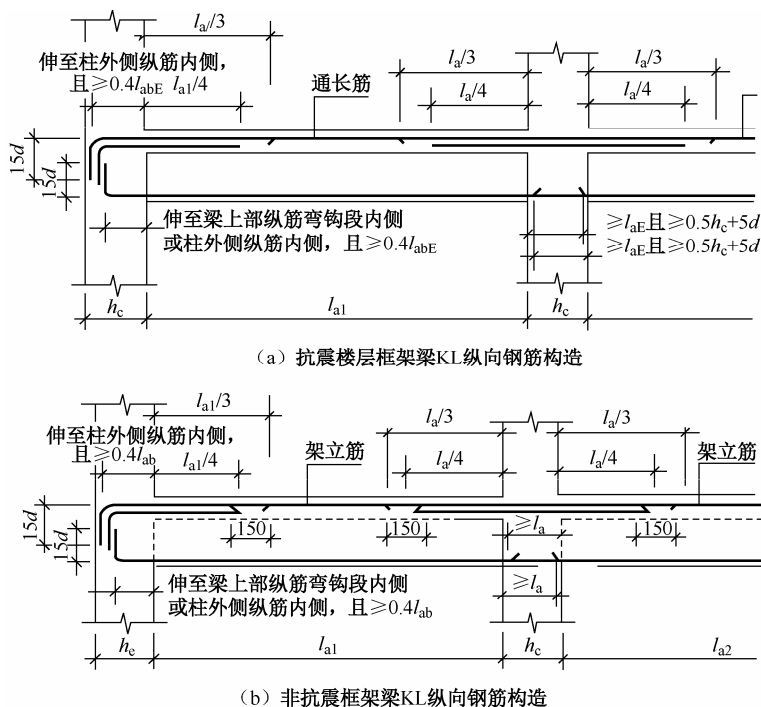
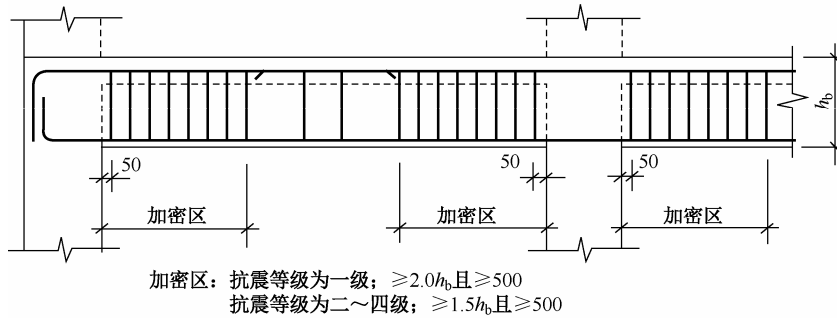
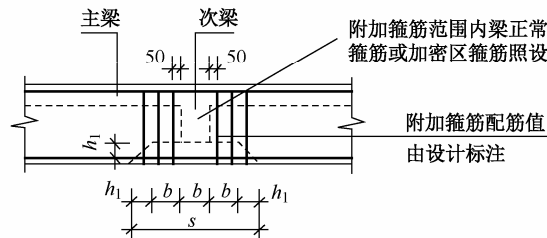


图 4-1 框架梁构造要求



(c) 框架梁KL箍筋构造



(d) 附加箍筋构造

图 4-1 框架梁构造要求 (续)

说明：构造图中  $l_{ab}$ 、 $l_{abE}$  为受拉钢筋基本锚固长度，取值参考表 4-2 和表 4-3。

表 4-2 受拉钢筋基本锚固长度  $l_{ab}$

| 钢筋种类      | C20    | C25 C  | 30     | C35 C    | 40 C   | 45     | C50 C  | 55     | $\geq C60$ |
|-----------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|------------|
| HPB300 39 | $d 34$ | $d 30$ | $d 28$ | $d 25$   | $d 24$ | $d 23$ | $d 22$ | $d 21$ | $d$        |
| HRB335 38 | $d 33$ | $d 29$ | $d$    | $27d 25$ | $d 23$ | $d 22$ | $d 21$ | $d 21$ | $d$        |
| HRB400    | — 40   | $d 35$ | $d 32$ | $d 29$   | $d 28$ | $d 27$ | $d 26$ | $d 25$ | $d$        |
| HRB500    | — 48   | $d 43$ | $d 39$ | $d 36$   | $d 34$ | $d 32$ | $d 31$ | $d 30$ | $d$        |

注：根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 8.3.1 条计算。适用于非抗震结构和抗震结构的非抗震构件。

表 4-3 受拉钢筋基本抗震锚固长度  $l_{abE}$

| 钢筋种类   | 抗震等级    | C20    | C25    | C30 C  | 35 C     | 40 C   | 45 C   | 50 C   | 55     | $\geq C60$ |
|--------|---------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|------------|
| HPB300 | 一、二级 45 | $d 39$ | $d 35$ | $d 32$ | $d 29$   | $d 28$ | $d 26$ | $d 25$ | $d 24$ | $d$        |
|        | 三级 41   | $d 36$ | $d 32$ | $d 29$ | $d 26$   | $d 25$ | $d 24$ | $d 23$ | $d 22$ | $d$        |
| HRB335 | 一、二级 44 | $d 38$ | $d 33$ | $d$    | $31d 29$ | $d 26$ | $d 25$ | $d 24$ | $d 24$ | $d$        |
|        | 三级 40   | $d 35$ | $d 31$ | $d 28$ | $d 26$   | $d 24$ | $d 23$ | $d 22$ | $d 22$ | $d$        |
| HRB400 | 一、二级    | — 46   | $d 40$ | $d 37$ | $d 33$   | $d 32$ | $d 31$ | $d 30$ | $d 29$ | $d$        |
|        | 三级      | — 42   | $d 37$ | $d 34$ | $d 30$   | $d 29$ | $d 28$ | $d 27$ | $d 26$ | $d$        |
| HRB500 | 一、二级    | — 55   | $d 49$ | $d 45$ | $d 41$   | $d 39$ | $d 37$ | $d 36$ | $d 35$ | $d$        |
|        | 三级      | — 50   | $d 45$ | $d 41$ | $d 38$   | $d 36$ | $d 34$ | $d 33$ | $d 32$ | $d$        |

注：根据《混凝土结构设计规范》(GB50010—2010) 11.1.7 条计算。适用于抗震结构的抗震构件。





模板基底清理→钢筋定位(画线弹线)→摆放板底受力筋(短向)→摆放板底分布筋(长向)→绑扎板底筋→水电等工序插入→设置马凳、垫块→摆放板顶分布筋(长向)→摆放板顶受力筋(短向,俗称扣铁)→绑扎板顶筋→钢筋隐检验收



## 一、施工准备

- (1) 钢筋品种、强度等级或规格如有变更，需办理设计变更手续。
- (2) 明确混凝土保护层厚度、钢筋弯曲、弯钩等规定，准备好钢筋配料单，核实结构中梁与板的钢筋穿插排列设计节点详图，及混凝土保护层厚度应符合设计和规范要求。
- (3) 钢筋混凝土结构中纵向钢筋的锚固长度及钢筋构件要求应符合设计要求。
- (4) 混凝土保护层垫块，有水泥砂浆垫块或塑料卡两种。
  - ① 水泥砂浆垫块的厚度，应等于保护层厚度。垫块的平面尺寸：当保护层的厚度等于或小于 20mm 时，为 30mm×30mm；大于 20mm 时，为 50mm×50mm。当竖向使用垫块时，可在垫块中埋入绑丝。
  - ② 塑料垫块。塑料垫块用于水平构件，如板下保护层。

## 高空作业、大面积作业的注意事项

高空作业：指在 2m 及 2m 以上高度的施工操作。

### 安全施工的“三宝”、“四口”和“五临边”:

“三宝”是建筑工人安全防护的三件宝贝，即安全帽、安全带、安全网；

“四口”即在建工程的预留洞口、电梯井口、通道口、楼梯口:

“五临边”即在建工程的楼面临边、屋面临边、阳台临边、升降口临边、基坑临边。

大面积作业技巧: 可以采用分区分段流水作业, 既可以节约时间, 又可以合理安排作业面。



## 二、施工工艺与要点

(1) 板钢筋安装前, 清理模板上面的杂物, 并按主筋、分布筋间距在模板上弹出位置线 (如图 5-1 和图 5-2 所示), 按弹好的线, 板底钢筋先摆放受力主筋 (如图 5-3 所示), 后放分布筋 (如图 5-4 和图 5-5 所示), 板顶钢筋先摆放分布筋, 后摆放受力筋 (如图 5-6 所示)。预埋件、预留孔等应及时配合安装。在现浇板中有板带梁时, 应先摆板带梁钢筋, 再摆板钢筋。



图 5-1 定位弹线



图 5-2 弹线技巧——骑线, 稳准狠



图 5-3 摆放板底短跨方向钢筋 (受力筋)



图 5-4 摆放板底长跨方向钢筋 (分布筋)



图 5-5 板底钢筋绑扎 (受力筋在下, 分布筋在上)



图 5-6 绑扎板顶钢筋 (长在下, 短在上)



(2) 绑扎板筋时一般用顺扣或八字扣(如图 5-7 所示), 除外围两根筋的相交点应全部绑扎外, 其余各点可交错绑扎(双向板相交点须全部绑扎)。如板为双层钢筋, 两层筋之间须加马凳筋(如图 5-8 所示), 以确保上部钢筋的位置。负弯矩钢筋每个相交点均要绑扎。

(3) 板钢筋的下面垫好砂浆垫块或塑料垫块(如图 5-9 所示), 一般间距为 1.5m。垫块的厚度等于保护层厚度, 并满足设计要求; 钢筋搭接长度与搭接位置的要求符合规定。

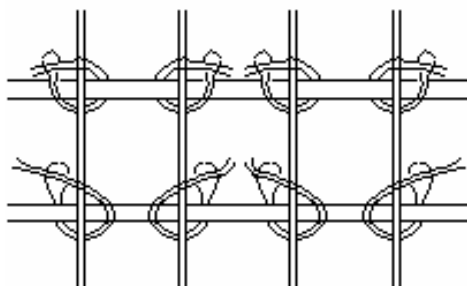


图 5-7 绑扣用八字扣



图 5-8 安装马凳筋



图 5-9 塑料垫块

(4) 板底筋不得在跨中搭接, 板上部筋不得在支座搭接, 同在一区搭接应 $\leq 25\%$ 。楼板底筋伸入支座的锚固长度为  $1/2$  梁宽或墙宽, 且不应小于  $5d$ 。下部钢筋不设弯钩, 上部钢筋设弯钩。HPB235 或 HPB300 钢筋须弯  $180^\circ$  钩, 平直部分长度达到  $3d$ , 钢筋弯钩全部朝向混凝土内, 防止外漏于混凝土外, 锈蚀。

(5) 楼板上部钢筋伸入支座的锚固长度为梁宽或墙宽减去保护层厚度, 且不小于锚固长度  $L_a$ 。双向板的短跨  $L \geq 4.2\text{m}$  时上部钢筋应有 50% 贯通或加设  $\phi 6@200$  双向构造钢筋网片, 并与原有钢筋按受拉钢筋的要求或周边构件锚固。楼面现浇板, 如跨中上部无钢筋时, 应增设  $\phi 6@150 \times 150$  钢筋网, 与支座负筋搭接长度不小于 200mm。

(6) 垫块厚度应满足钢筋保护层厚度的要求, 放置在板下铁纵横向交叉点的下方, 间距应 $\leq 1000\text{mm}$ 。垫块一般采用砂浆垫块和塑料垫块(商品、成品)(如图 5-10 所示), 常规施工中一般为 600mm 梅花形布设。



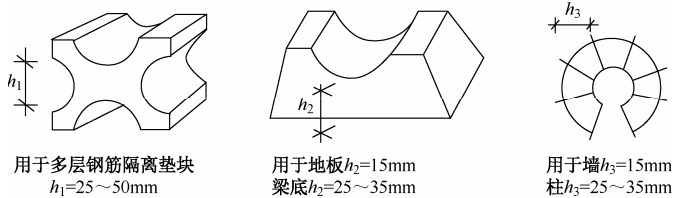


图 5-10 各种垫块

### 施工技巧

(1) 在钢筋绑扎时绑扣可以呈八字型，逐扣绑扎。工程中外围两行钢筋相交点全部要绑扎牢固。

(2) 双向钢筋混凝土板底钢筋，短向钢筋放在底层，长向钢筋放在短向钢筋上边，顶部则短向钢筋放置在长向钢筋之上。即板短跨方向钢筋置于板厚的外侧，长跨方向钢筋置于内侧。

(3) 根据施工图距梁或墙边 50mm 为第一根钢筋位置，最后一根大于设计间距时须增加一根。

(4) 弹线经验用“稳、准、狠”3 个字概括，即拉线要稳，弹线要狠和准。施工人员要骑线弹线，不能站在线外弹线。



## 三、质量检测与分析

### 1. 质量检测

质量员按照上述质量标准，填写完成表 4-1《钢筋安装工程检验批质量验收记录表》后，资料员及时收集，整理，归档。如图 5-11 所示是经过检验合格的板钢筋。



图 5-11 检验合格的板钢筋



### 2. 质量分析

在施工过程中，由于踩踏等原因，使得钢筋与钢筋间距不符合质量要求，可以用撬杠（如图 5-12 所示）进行调整，并重新进行检测。



图 5-12 用撬杠调整钢筋间距



## 四、基础底板钢筋施工

### 1. 施工操作要点

(1) 底板可分段绑扎成型或整片绑扎成型。底板上设有基础梁时，多采取分段绑扎成型，然后安放梁钢筋骨架就位。

(2) 绑扎前应弹好底板钢筋的分档标点线和钢筋位置线，并摆放下层钢筋。

(3) 绑扎钢筋时，靠近外围两行的相交点应全部绑扎，中间部分的相交点可相隔交错绑扎，以保证受力钢筋不发生位移。对双向受力的钢筋则不得跳扣绑扎。

(4) 绑好底层钢筋，摆放钢筋马凳或钢筋支架（撑）后，即可绑上层钢筋纵、横两个方向的定位钢筋，并在定位钢筋上画线，然后排放纵、横钢筋，绑扎方法与下层钢筋相同。

(5) 底板钢筋上、下层钢筋有接头时，应按规范要求错开，其位置、数量和搭接长度均应符合设计和施工规范要求。钢筋搭接处，应在中心和两端部位按规定用钢丝扎牢。

(6) 当地下室长度较大，在中部设置后浇缝带时，底板和基础梁主钢筋仍须按原设计连续安装而不切断，平行缝带钢筋可在以后浇筑缝带混凝土时绑扎。

(7) 墙主筋插筋深入基础长度要符合设计要求，根据画好的墙位置，将预留插筋绑扎牢固，以确保位置准确。必要时可加附加钢筋，焊接固定。

(8) 钢筋绑扎后应立即垫好砂浆垫块，在浇筑混凝土时，由专人看管钢筋并负责修整。

### 2. 施工操作技巧



(1) 钢筋网的绑扎：四周两行钢筋交叉点应每点扎牢，中间部分交叉点可相隔交错扎牢，但必须保证受力钢筋不发生位移。双向主筋的钢筋网，则须将全部钢筋相交点扎牢。绑扎时应注意相邻绑扎点的钢丝扣要成八字形，以免网片歪斜变形。

(2) 基础底板采用双层钢筋网时，在上层钢筋网下面应设置钢筋支撑架（马凳）或混凝土撑脚，一般每隔 1m 设置一个，以保护钢筋位置准确。钢筋支撑架直径的选用：当板厚  $h > 300\text{mm}$  时，直径选用 8~12mm；当板厚  $h = 300 \sim 500\text{mm}$  时，直径选用 12~18mm；当板厚  $h > 500\text{mm}$  时，宜采用通长支架。

(3) 钢筋的弯钩应朝上，不要倒向一边；但双层钢筋网的上层钢筋弯钩应朝下。

### 3. 马凳筋的作用与制作

马凳筋是保证钢筋质量的一种措施，可以防止板顶钢筋因踩踏下移。预算时按实际发生的重量进入钢筋工程量当中。

马凳筋可以现场自制，根据板厚度不同采用不同规格的钢筋焊制（如图 5-13 所示），并与负弯矩筋和底筋绑扎牢固。马凳筋根据所使用部位的板厚、钢筋规格、直径及摆设的方向，计算好马凳筋的高度。基础底板钢筋马凳如图 5-14 所示；当板厚  $\leq 250\text{mm}$  时，采用以下几种马凳筋混用（如图 5-15 所示），布设间距一般为 600~1200mm。马凳筋应放置在板下铁的上层筋上、上铁的下层筋下，间距不宜大于 2000mm，绑扎牢固确保浇筑混凝土时不位移、不脱落。



图 5-13 马凳筋



图 5-14 基础底板马凳筋

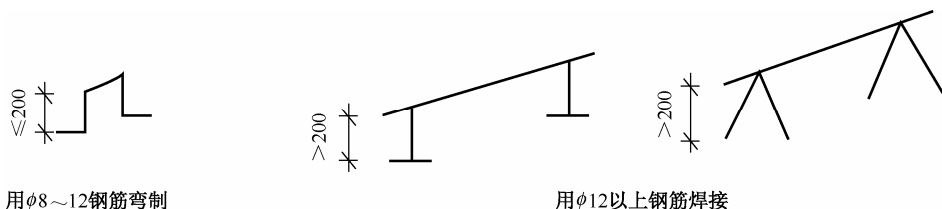


图 5-15 用钢筋弯制或焊制的马凳筋





## 项目六 混凝土柱钢筋施工



1. 电渣压力焊: 引弧→电弧→顶压
2. 闪光对焊: 检查设备→选择焊接工艺参数→试焊, 做模拟试件→送试→确定焊接参数→施焊→质量检查
3. 直螺纹套筒连接: 钢筋下料→钢筋端头挤压或剥肋→滚压螺纹加工→工艺检验→钢筋机械连接→接头单体试件试验→质量检查
4. 框架柱钢筋安装: 安装(套)柱箍筋→搭接绑扎竖向受力筋→画箍筋间距线→绑箍筋



### 一、施工准备

(1) 熟悉施工图纸, 做好技术交底: 明确混凝土保护层的厚度、结构中梁与柱的钢筋穿插排列设计节点详图, 混凝土保护层厚度应符合设计和规范要求。

(2) 钢筋混凝土结构中纵向钢筋的锚固长度及布筋要求应符合设计要求。

(3) 混凝土保护层垫块。

① 柱混凝土保护层垫块可使用水泥砂浆垫块(如图 6-1 所示)。水泥砂浆垫块的厚度, 应等于保护层的厚度。当保护层的厚度大于 20mm 时, 垫块的平面尺寸为 50mm×50mm。当竖向使用垫块时, 可在预制垫块时埋入绑丝。

② 塑料垫块。塑料垫块可使用塑料卡环(如图 6-2 所示), 用于竖向构件和侧面保护层。



图 6-1 柱混凝土保护层砂浆垫块



图 6-2 混凝土保护层塑料卡环



## 二、施工工艺与要点

### 1. 电渣压力焊施焊工艺与操作要点

(1) 焊机容量选择：电渣压力焊可采用交流或直流焊接电源，焊机容量应根据所焊钢筋的直径选定。一般 32mm 直径及以下的钢筋焊接时，可采用容量为 600A 的焊接电源；32mm 直径及以上的钢筋焊接时，应采用容量为 1000A 的焊接电源。

(2) 确定焊接参数：钢筋焊接前，应根据钢筋牌号、直径、接头形式和焊接位置，选择适当的焊接参数，包括焊接电流、电压和通电时间。

(3) 钢筋施焊之前，应清除钢筋或钢板焊接部位和与电极接触的钢筋表面上的锈层、油污、杂物等；钢筋端部有弯折、扭曲时，应予以切除。

(4) 施焊：引燃电弧后，靠电弧的高温作用，将钢筋端头的凸出部分不断烧化，同时将接头周围的焊剂充分熔化，形成渣池。渣池有一定的深度后，将上面钢筋端头插入渣池中，此时电弧熄灭，进入电渣过程。由于电流直接通过渣池，产生大量的电阻热，使渣池温度升到接近 2000℃，将钢筋端头迅速均匀地溶化。当钢筋端头达到全截面熔化时，迅速将上钢筋向下顶压，将熔化的金属、熔渣及氧化物等杂质全部挤出结合面，同时切断电源，施焊过程结束。

### 2. 闪光对焊施焊工艺与操作要点

(1) 对焊前，应清除钢筋与电极表面的锈皮和污物，使电极接触良好，以避免出现“打火”现象。

(2) 不同直径的钢筋对焊时，其直径之比不宜大于 1.5；同时除应按较大直径钢筋选择焊接参数外，并应减小大直径钢筋的夹持长度，或利用短料先将大直径钢筋预热，以使两者在焊接过程中加热均匀，保证焊接质量。

(3) 对于冷拉钢筋的对焊连接，钢筋要在冷拉之前对焊，使焊接接头质量和冷拉钢筋不至于因焊接而降低强度。

### 3. 滚压直螺纹套筒连接施工工艺与操作要点

(1) 钢筋下料：钢筋下料时，应采用砂轮切割机，切口的端面应与轴线垂直，不得有马蹄形或挠曲。

(2) 滚压螺纹加工：将待加工的钢筋夹持在夹钳上，开动滚丝机或剥肋滚丝机，扳动进给装置（如图 6-3 所示），使动力头向前移动，开始滚丝或剥肋滚丝，待滚压到调整位置后，设备自动停机并反转，将钢筋退出滚压装置，扳动进给装置将动力头复位停机，螺纹即加工完成（如图 6-4 所示）。

(3) 剥肋滚丝加工尺寸应符合相关标准，丝头加工长度为标准型套筒长度的 1/2，其公差为  $+2P$  ( $P$  为螺距)。

(4) 现场连接施工：连接钢筋时，钢筋规格和套筒规格必须匹配，钢筋和套筒的螺纹应干净、完好无损；带连接套筒的钢筋应固定牢靠，连接套筒的外露端应有保护盖（如图 6-5 所示）；直螺纹接头的连接应使用管钳和力矩扳手进行。连接时，将待安装的钢筋端部的塑料保护帽拧下来露出螺纹，并将螺纹上的水泥浆等污物清理干净。将两个钢筋螺纹在套筒中间位置相互拧紧（如图 6-6 所示），接头拧紧力矩符合规定，力矩扳手的精度为  $\pm 5\%$ ；





检查连接螺纹定位标色，并用管钳旋合顶紧，外露螺纹牙数满足规定，并在套筒上作出拧紧标记（如图 6-7 所示），以便检查。



图 6-3 钢筋剥肋滚丝



图 6-4 钢筋剥肋加工成品



图 6-5 套筒端部有保护盖



图 6-6 钢筋直螺纹套筒连接



图 6-7 套筒作拧紧标记

## 4. 柱钢筋施工工艺与操作要点

(1) 柱钢筋的绑扎，应在模板安装前进行。

(2) 套柱箍筋（如图 6-8 所示）：按图纸的要求间距，计算好每根柱箍筋数量，先将箍筋套在下层伸出的搭接筋上，然后立柱子钢筋（包括采用机械连接或电渣压力焊连接），当采用绑扎搭接连接时，在搭接长度内，绑扎点不少于 3 个，绑扣要向柱中心。如果柱子主



筋采用光圆钢筋搭接时,角部弯钩应与模板成 $45^{\circ}$ 角,中间钢筋的弯钩应与模板成 $90^{\circ}$ 角。柱箍筋起步筋距楼面 $30\sim 50\text{mm}$ 。



图 6-8 套柱箍筋



图 6-9 从上至下绑扎柱箍筋

(3) 搭接绑扎竖向受力筋: 柱子立筋立起之后, 绑扎接头的搭接长度应符合设计要求和规定。框架梁、牛腿和柱帽等钢筋, 应放在柱的纵向钢筋内侧。

(4) 画箍筋间距线: 在立好的柱子竖向钢筋上, 按图纸要求用粉笔画箍筋间距线。

(5) 柱箍筋绑扎: 按已画好的箍筋位置线, 将已套好的箍筋往上移动, 由上往下绑扎 (如图 6-9 所示), 宜采用缠扣绑扎; 箍筋的接头 (弯钩叠合处) 应交错布置在四角纵向钢筋上; 箍筋转角与纵向钢筋交叉点均应绑扎牢固 (箍筋平直部分与纵向钢筋交叉点可间接绑扎牢固), 绑扎钢筋时, 绑扣相互间应成八字形。箍筋与主筋要垂直; 箍筋的弯钩叠合处应沿柱子竖筋交错布置, 并绑扎牢固。

(6) 柱上、下端箍筋应加密, 加密区长度及加密区内箍筋间距应符合设计要求。如设计要求箍筋设拉筋时, 拉筋应钩住箍筋。

(7) 下层柱的钢筋露出楼面部分, 宜用工具式柱箍筋将其收进一个柱筋直径, 以便上层柱的钢筋搭接。当柱截面有变化时, 其下层柱钢筋的露出部分, 必须在绑扎梁的钢筋之前, 先行收缩准确。

5. 在柱施工过程中, 注意以下内容

(1) 在焊接过程中, 焊工应随时自检, 当发现偏心、弯折、连接不牢固、烧伤、夹渣等焊接缺陷时, 应及时查找原因并采取措施及时排除。

(2) 机械连接要对连接套和已套钢筋螺纹进行保护, 否则容易损坏螺纹。

(3) 在高空连接作业时, 要搭设临时脚手平台操作, 不得蹬踩柱筋接头, 以免对接头造成损伤。

(4) 柱子钢筋绑扎后, 要注意半成品保护。

(5) 钢筋连接机械应设防护罩, 既保证操作者安全, 同时还可以防止噪声污染环境。



(1) 电渣压力焊焊完接头后，应停歇 20~30s，方可回收焊剂盒，卸下夹具，并敲去渣壳，四周焊包应均匀，凸出钢筋表面的高度应大于或等于 4mm。

(2) 闪光对焊焊接完毕后不应过早松开夹具；焊接接头尚处在高温时避免抛掷，同时不得往高温接头上浇水，较长钢筋对接时应安放在台架上操作。

(3) 柱箍筋加密范围。

① 柱长边尺寸，柱净高的  $1/6$  和 500mm 三者中的最大值。

② 地下室及底层柱根部不少于净高的  $1/3$ 。

③ 柱净高与截面长边尺寸之比小于 4 的柱全高范围内。

④ 框架结构的 4 个角柱箍筋要全数加密，间距取  $5d$  ( $d$  为主筋直径) 和 100mm 的最小值。

(4) 柱筋定距框的加工。

① 柱筋定距框 (如图 6-10 所示) 要起到内控外顶的双控作用，既可控制柱主筋位置又可控制保护层的厚度。

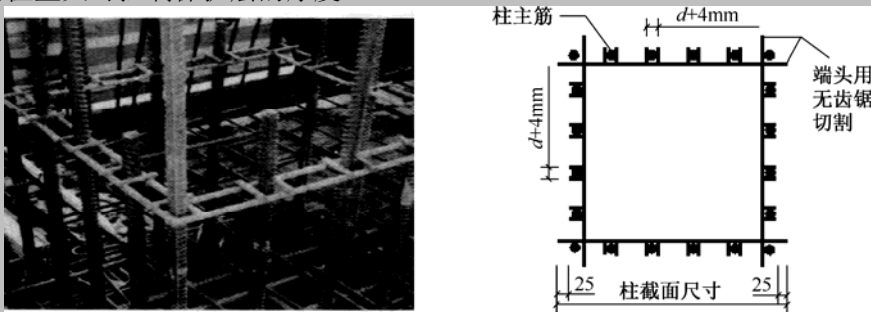


图 6-10 柱筋定距框

② 控制柱主筋位置的钢筋的间距要大于主筋直径 2~3mm，控制保护层厚度的钢筋应端头平齐，支出框的长度=保护层厚度-2mm，加工完后涂刷防锈漆。



## 三、质量检测与分析

### 1. 质量检测

质量员按照上述质量标准，填写完成表 1-2-1 《钢筋安装工程检验批质量验收记录表》后，资料员及时收集，整理，归档。安装好的框架柱主筋表面应洁净、无损伤，箍筋绑扎到位 (如图 6-11 所示)。插筋应进行保护，防止混凝土污染 (如图 6-12 所示)。





图 6-11 框架柱主筋表面应洁净、无损伤，箍筋绑扎到位



图 6-12 框架柱插筋外包塑料膜，防止混凝土污染

## 2. 质量分析

在直螺纹套筒连接后容易出现有两扣以上完整丝扣外露的现象，原因如下：

- (1) 螺纹长度有误差。
- (2) 钢筋丝头未拧到套筒中心位置。
- (3) 钢筋未用无齿锯断料，端头不平。
- (4) 套丝时操作人员未正确使用止通规。

预控措施如下：

- (1) 继续用管钳扳手拧紧，使两个丝头在套筒中央位置相互顶紧。



(2) 对于特别加长螺纹而出现外露丝扣较多时, 应对其进行标注, 以便检查进入套筒的丝头长度。

(3) 断筋时使用无齿锯断筋, 保证钢筋端头平整。

(4) 套丝时操作人员正确使用通止塞规, 保证套丝长度正确。

(5) 加工完的直螺纹钢筋丝头应进行检查, 检查合格后按规格及使用部位分类码放, 丝头用塑料帽盖好, 加以保护。



## 四、常用焊接术语及含义

### 1. 钢筋电阻点焊

钢筋电阻点焊是将两钢筋(丝)安放成交叉叠接的形式, 压紧于两电极之间, 利用电阻热熔化母材金属, 加压形成焊点的一种压焊方法。

### 2. 钢筋闪光对焊

钢筋闪光对焊是将两钢筋以对接形式水平安放在对焊机上, 利用电阻热使接触点金属熔化, 产生强烈闪光和飞溅, 迅速施加顶锻力完成的一种压焊方法。

### 3. 箍筋闪光对焊

箍筋闪光对焊是将待焊箍筋两端以对接形式安放在对焊机上, 利用电阻热使接触点金属熔化, 产生强烈闪光和飞溅, 迅速施加顶锻力, 焊接形成封闭环式箍筋的一种压焊方法。

### 4. 钢筋焊条电弧焊

钢筋焊条电弧焊是以焊条作为一极, 钢筋为另一极, 利用焊接电流通过产生的电弧热进行焊接的一种熔焊方法。

### 5. 钢筋二氧化碳气体保护电弧焊

钢筋二氧化碳气体保护电弧焊是以焊丝作为一极, 钢筋为另一极, 并以二氧化碳气体作为电弧介质, 保护金属熔滴、焊接熔池和焊接区高温金属的一种熔焊方法。此种方法简称为  $\text{CO}_2$  焊。

### 6. 钢筋电渣压力焊

钢筋电渣压力焊是将钢筋两端安放成竖向对接形式, 通过直接引弧法或间接引弧法, 利用焊接电流通过两钢筋端面间隙, 在焊剂层下形成电弧过程和电渣过程, 产生电弧热和电阻热, 熔化钢筋后, 加压完成的一种压焊方法。

### 7. 钢筋气压焊

钢筋气压焊是采用氧乙炔火焰或氧液化石油气火焰(或其他火焰), 对两钢筋对接处加热, 使其达到热塑性状态(固态)或熔化状态(熔态)后, 加压完成的一种压焊方法。

### 8. 预埋件钢筋埋弧压力焊

预埋件钢筋埋弧压力焊是将钢筋与钢板安放成 T 形接头形式, 利用焊接电流通过, 在焊剂层下产生电弧, 形成熔池后, 加压完成的一种压焊方法。

### 9. 预埋件钢筋埋弧螺柱焊

预埋件钢筋埋弧螺柱焊是用电弧螺柱焊焊枪夹持钢筋, 使钢筋垂直对准钢板, 采用螺柱焊电源设备产生电流、短时间的焊接电弧, 在溶剂层保护下使钢筋焊接端面与钢板间产生熔池后, 适时将钢筋插入熔池, 形成 T 形接头的焊接方法。



### 10. 焊工考核

从事钢筋焊接施工的焊工必须持有钢筋焊工考试合格证，并应按照合格证规定的范围上岗操作。

## 项目七 剪力墙钢筋施工



剪力墙钢筋安装施工流程:

立 2~4 根竖筋→画水平筋间距→绑定位横筋→绑其余筋、竖筋



### 一、施工准备

- (1) 钢筋品种、强度等级或规格如有变更，需办理设计变更手续。
- (2) 明确混凝土保护层厚度。
- (3) 钢筋混凝土结构中纵向钢筋的锚固长度及钢筋构件要求应符合设计要求。
- (4) 混凝土保护层垫块。
  - ① 水泥砂浆垫块的厚度，应等于保护层厚度。垫块的平面尺寸当保护层的厚度等于或小于 20mm 时，为 30mm×30mm。当竖向使用垫块时，可在垫块中预埋入软金属丝。
  - ② 塑料卡环。塑料卡环用于竖向构件和侧面保护层。

### 安全措施

- (1) 搬动钢筋时，要注意前、后方向有无碰撞或被钩挂料物的危险，特别要避免碰挂周围和上下方向的电线。
- (2) 安装悬空结构钢筋时，必须站在脚手架上操作，不得站在模板上或支撑上安装。现场施工的照明电线及混凝土振动器线路不准直接挂在钢筋上，如确实需要，应在钢筋上架设横担木，把电线挂在横担木上，如采用自行灯时，电压不得超过 36V。
- (3) 起吊或安装钢筋时，要和附近高压线路或电源保持一定的安全距离；雷雨时不准在钢筋上操作和站人。
- (4) 在 2m 及以上高空安装钢筋必须扳弯粗钢筋时，应选好位置站稳，并戴安全帽，系好安全带。如图 7-1 所示是工程中常见的安全警示标志。



图 7-1 施工现场安全警示牌



## 二、施工工艺与要点

### 1. 工艺与要点

(1) 剪力墙钢筋的绑扎，应在模板安装前进行。

(2) 立 2~4 根竖筋：将竖筋与下层伸出的搭接筋绑扎在一起，在竖筋上画好水平筋分档标志，在下部及齐胸处绑两根横筋定位，并在横筋上画好竖筋分档标志，接着绑其余竖筋，最后再绑横筋。横筋在竖筋里面或外面应符合设计要求。钢筋的弯钩应朝向混凝土内，避免生成锈点，如图 7-2 所示。



图 7-2 剪力墙钢筋绑扎丝头朝向构件内部，塑料卡、拉结筋到位





(3) 竖筋与伸出搭接筋的搭接处须绑 3 根水平筋，其搭接长度及位置均应符合设计要求。

(4) 剪力墙筋应逐点绑扎，双排钢筋之间应绑拉筋或支撑筋（如图 7-2 所示），可用直径 6~10mm 的钢筋制成，其纵横间距不大于 600mm，钢筋外皮用塑料卡（如图 7-2 所示）或绑扎垫块（如图 7-3 所示）。

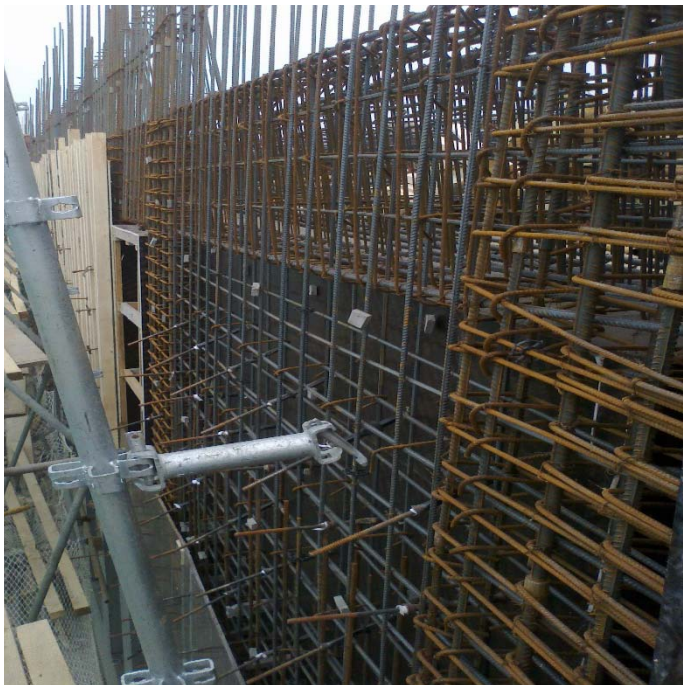


图 7-3 剪力墙混凝土保护层砂浆垫块

(5) 剪力墙与框架柱连接处，剪力墙的水平横筋应锚固到框架柱内，其锚固长度要符合设计要求。如先浇筑柱混凝土后绑剪力墙筋时，柱内要预留连接筋或柱内预埋铁件，待柱拆模绑墙筋时作为连接用。其预留长度应符合设计或规范的要求。

(6) 剪力墙水平筋在两端头、转角、十字节点、连梁等部位的锚固长度以及洞口周围的加固筋等，均应符合设计抗震要求。

(7) 合模后对伸出的竖向钢筋应进行修整，宜在搭接处绑一道横筋定位，浇筑混凝土时应有专人看管，浇筑后再次调整以保证钢筋位置的准确。

(8) 剪力墙的竖向钢筋每段长度不宜超过 4m（钢筋直径 $\leq 12\text{mm}$ ）或 6m（钢筋直径 $> 12\text{mm}$ ），以便于绑扎和防止变形。

(9) 墙体水平起步筋距楼面为 50mm；竖向筋距暗柱、门口边为 50mm。

## 2. 剪力墙竖向梯子筋、水平梯子筋的制作

### (1) 剪力墙竖向梯子筋的加工。

① 墙体竖向梯子筋是为了更好地控制墙体的断面尺寸、钢筋的保护层、钢筋的排距、水平筋间距而采取的一种施工技巧。





② 墙体竖向梯子筋代替墙体钢筋。此时，可采用比墙体钢筋直径大 1~2mm 的钢筋制作，长度不大于 3m 的墙体设置 2 道竖向梯子筋，长度大于 3m 的墙体每隔 2m 设置一道竖向梯子筋。层高在 4.2m 以下时竖向梯子筋在上、中、下设置 3 个支撑端头，层高每增高 1m 增设一个支撑。竖向梯子筋起步筋距地 30~50mm。梯子筋两根竖向筋的间距按照墙体竖向筋的排距加工，长度分别为  $\geq$  层高+墙体竖向筋搭接长度  $\geq$  层高+墙体竖向筋搭接长度 +1.3 倍搭接长度（搭接接头应错开的距离）。墙体竖向梯子筋构造如图 7-4 所示。

③ 梯子筋的水平筋间距按照墙体水平筋的间距均匀排开，焊接牢固。

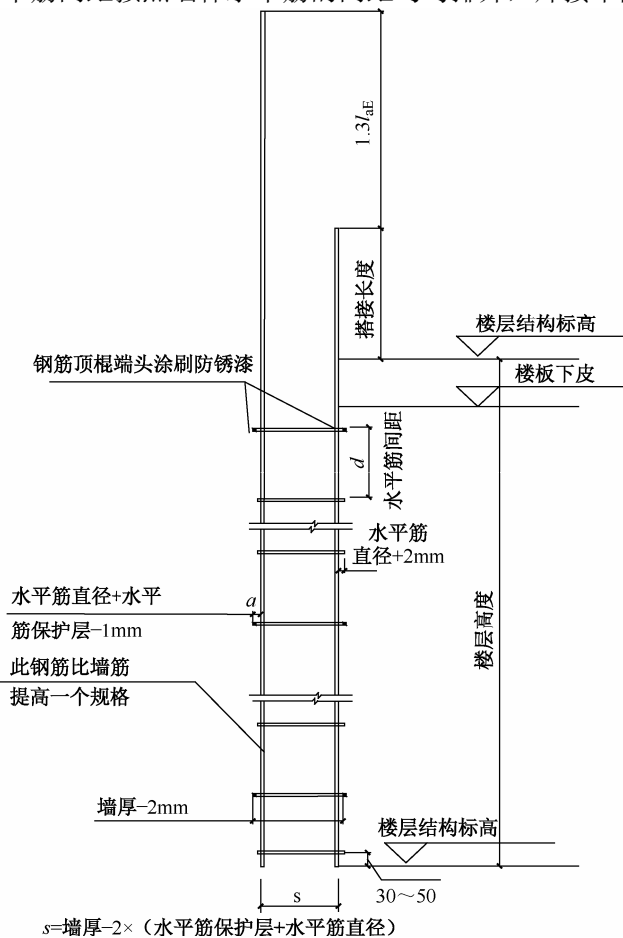


图 7-4 剪力墙竖向梯子筋构造简图

(2) 控制墙体保护层及断面尺寸的顶模棍。

① 控制墙体保护层及断面尺寸的顶模棍应采用无齿锯切割，保证端头平齐，长度=墙厚-2mm，加工完后涂刷防锈漆，一般墙体在上、中、下部位设置 3 根顶模棍，若墙体太高要适当增加数量。

② 用做顶模的顶棍（如图 7-5 所示），端头用无齿锯切割并刷防锈漆，防锈漆应由端头往里刷 10mm，长度为墙体厚度-2mm。

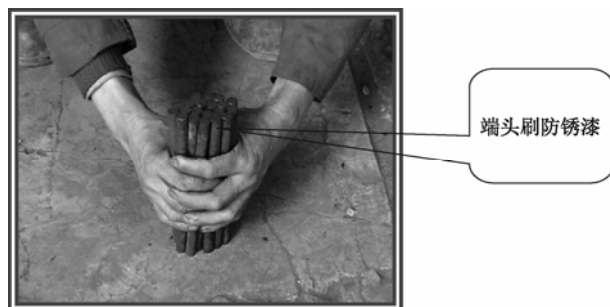


图 7-5 控制墙体保护层及断面尺寸的顶模棍

(3) 墙体水平梯子筋根据图纸设计的立筋间距，加工水平梯子筋（如图 7-6 所示），固定于墙体顶部，用于控制立筋间距（如图 7-7 和图 7-8 所示），在墙体及顶板浇筑混凝土前检查水平梯子筋位置，避免虚设。应注意的是在制作地下水外墙梯子筋时，水平短筋应让开主筋保护层厚度，不得让水平短筋触碰模板，主筋外侧应设垫块。

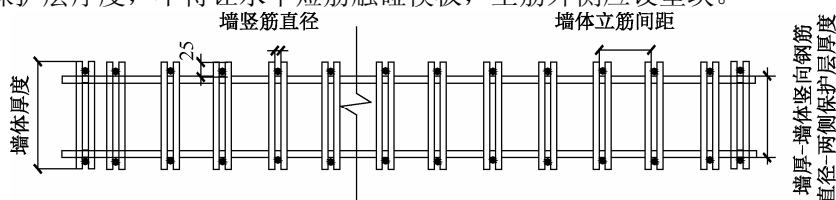


图 7-6 墙体水平梯子筋



图 7-7 剪力墙定位梯子筋



图 7-8 剪力墙水平梯子筋

### 施工技巧

墙体竖向梯子筋和水平梯子筋是为了更好地控制墙体的断面尺寸、钢筋的保护层、钢筋的排距、水平筋间距而采取的一种施工技巧，如图 7-9 所示。





图 7-11 剪力墙钢筋绑扎实行挂牌验收制度

## 2. 质量分析

(1) 在钢筋安装过程中，容易出现下列现象。

- ① 钢筋绑扎搭接的接头长度不符合要求，接头处未按要求三点绑扎。
- ② 钢筋的间距、排距位置不准确，偏差大。
- ③ 箍筋不垂直主筋，间距不匀，绑扎不牢，不贴主筋，箍筋接头位置未错开，箍筋弯钩未弯成  $135^\circ$ ，四肢箍不到位。
- ④ 框架结构的柱、柱梁节点、剪力墙的暗梁、暗柱未按规定加密箍筋或加密的间距、长度不符合要求。

(2) 出现上述现象的主要原因如下。

- ① 钢筋配料时没有认真熟悉设计图纸和规范，以及对搭接长度和锚固长度的要求，配料中疏忽大意，钢筋长度不足；配料时没有认真考虑原材料的长度，对构件同一截面的接头数量安排计算有误（包括焊接和机械连接接头）。
- ② 钢筋绑扎前没有按图纸尺寸进行放样画线，或画画不准，或不按线绑扎，造成钢筋的间距、排距等几何尺寸超过规定；绑扎时操作人员责任心不强，绑扣没有拧紧，钢筋搭接处未按规定进行三点绑扎。
- ③ 箍筋绑扎时，没有按间距用粉笔画线，或不按画线绑扎；没有按所需将箍筋接头错开后依次套在暗柱或暗梁上。
- ④ 管理人员对箍筋加密的要求不熟悉，或未向操作班组详细交底，或加密的箍筋事先没有一次套够，绑扎未按工艺规程操作。
- ⑤ 柱、墙伸出楼面的钢筋在混凝土浇筑时未采取临时固定措施，或措施不当，或浇筑



混凝土时碰撞钢筋，未及时调整，造成钢筋间距、排距位置偏移；楼板的双层钢筋或负弯矩钢筋，阳台、雨罩的主筋位置，未采取有效的垫架措施，或措施不力，在混凝土浇筑时钢筋被踩未及时纠正。

(3) 针对上述原因预控措施如下。

① 钢筋配料时，认真熟悉设计图纸要求和规范规定，掌握钢筋原材料的长度，按钢筋的锚固和搭接长度要求，明确绑扎接头、焊接接头的位置和错开的数量，认真配料。下料单中的钢筋编号要标注清楚，特别是对同一组搭配而安装方法不同时加文字说明。

② 钢筋绑扎前，管理人员要对操作班组进行详细的书面交底。对加工成型的钢筋和箍筋进场后绑扎前进行复查，合格后进行试绑，确认合格后，再全面绑扎。

③ 钢筋绑扎前按图纸尺寸进行放线，对伸出楼板面的柱、墙钢筋的位置、间距进行校正。在柱、墙的钢筋上，梁板的模板上用粉笔将钢筋的间距画准，然后进行绑扎。

④ 及时调整浇筑混凝土时碰撞变形的钢筋；楼板的双层钢筋和负弯矩钢筋应用马凳筋等进行有效地垫架；柱、墙伸出楼面的钢筋在混凝土浇筑时应采取必要的固定措施，宜采用钢筋定位专用卡具（如图 7-12 所示）。

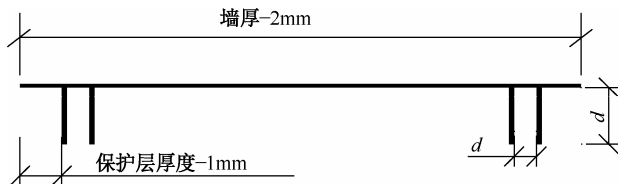


图 7-12 钢筋定位专用卡具

⑤ 按照图纸、图集（11G101-1、2、3）进行箍筋加密，按照规范 GB 50204-2002（2011 版）进行钢筋的绑扎搭接。

## 项目八 简单预应力混凝土构件加工制作



### 一、认识预应力混凝土

预应力混凝土是在外荷载作用前，预先建立有预压应力的混凝土。混凝土的预压力一般是通过张拉预应力的钢筋实现的。

预应力混凝土与钢筋混凝土相比较，具有结构截面小、自重轻、刚度大、抗裂性能好、耐久性好和节约材料等优点。在大开间、大跨度、重荷载的结构中，采用预应力混凝土构件，可以减少材料的用量，扩大使用范围，综合经济效益好，预应力混凝土在现代建筑中得到了广泛的应用。



### 二、预应力混凝土的材料要求

预应力混凝土的预应力筋按材料类型可以分为：钢丝、钢绞线、钢筋等。其中，以钢



绞线与钢丝采用的最多。预应力的钢材要求为高强度、粗直径、低松弛和耐腐蚀。

### 1. 钢丝

钢丝按强度可分为：冷拔低碳钢丝、冷拔中强钢丝和高强钢丝；按加工方式和表面外形可分为：冷拔光面钢丝、冷压刻痕钢丝、冷拔螺旋钢丝、冷轧带肋钢丝和热处理钢丝。对钢丝的检查方法具体如下。

#### (1) 外观检查。

预应力钢丝的外观质量，应逐盘检查。钢丝表面不得有油污、氧化铁皮、裂纹或机械损伤，但表面上允许有浮锈和回火色。镀锌钢丝的锌层应光滑均匀，无裂纹。钢丝直径检查，按 10% 盘选取，但不得少于 6 盘。

#### (2) 力学性能实验。

钢丝的力学性能，应进行抽取试验。每验收批应由同一牌号、同一规格、同一生产工艺制造的钢丝组成，重量不大于 60t。

钢丝外观检查合格后，从同一批中任意选取 10% 盘（不得少于 6 盘）钢丝，每盘在任意位置截取两根试件，一根做拉伸试验（抗拉强度与延伸率），一根做反复弯曲试验。如有某一项试验结果不符合 GB/T 5223—2002 标准的要求，则该盘钢丝为不合格品；并从同一未经试验的钢丝盘中再取双倍数量的试件进行复验，如仍有一项试验结果不合格，则该批钢丝判定为不合格品，或逐盘检查后取用合格品。对设计有指定要求的疲劳性能、可墩性等，再进行抽样试验。

### 2. 钢绞线

钢绞线一般用于多条一起组成工作束，钢绞线应符合如下要求。

(1) 钢绞线应成批验收，每批应由同一牌号、统一规格、同一生产工艺制成的钢绞线组成，质量不大于 60 吨。

(2) 钢绞线的屈服强度和松弛试验，每季度由生产厂家抽验 1 次，每次至少 1 根。

(3) 从每批钢绞线中任意抽取 3 根，进行表面质量、直径偏差、捻距和力学性能试验。如果有某一项试验结果不符合《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T 5224—2003) 的标准要求，则该盘钢绞线为不合格；再从同一批未经试验的钢绞线中截取双倍数量的试样进行复验，如仍有一项试验结果不合格，则该批钢绞线为不合格。

### 3. 质量要求

预应力筋常用的品种和相应的现行国家标准有《预应力混凝土用钢丝》(GB/T 5223)、《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T 5224)、《预应力混凝土用热处理钢筋》(GB/T 4463)。

(1) 预应力筋进场时，应具备产品合格证、出厂检验报告。使用前应做进场复验，按现行国家标准规定，按批次抽取试件做力学性能检验，其质量必须符合有关标准的规定。

(2) 预应力筋使用前应进行外观检查，其质量必须符合下列要求。

① 有粘结预应力筋展开后应平顺，不得弯折，表面不应有裂纹、机械损伤、氧化铁皮或油污。

② 无粘结预应力筋护套应光滑、无裂纹，无明显褶皱。

(3) 无粘结预应力筋的涂包质量应符合无粘结预应力钢绞线标准的规定。进场应具备产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。涂包质量的检验是按每 60t 为一批，每一批





抽取一组试件，检查涂包层油脂用量。

(4) 无粘结预应力筋护套，有严重破损的不得使用，有轻微破损的应外包防水塑料胶带修好。有工程经验，并经观察认为质量有保证时，可不作油脂用量和护套厚度的进场复验。



## 三、预应力混凝土的分类及优缺点

预应力混凝土按预加应力方法不同，可分为先张法预应力混凝土和后张法预应力混凝土；在后张法中，按预应力筋与混凝土的粘结状态不同，又分为有粘结预应力混凝土和无粘结预应力混凝土。

预应力混凝土的先张法因为在正常施工过程中就可以完成该项任务，所以生产周期较短；但由于需要具有支承张拉力的承台支架（墩）、横梁、支承端台、台座地坪等，导致设施费用较多，且由于方法原因会造成预应力损失较大的缺点。

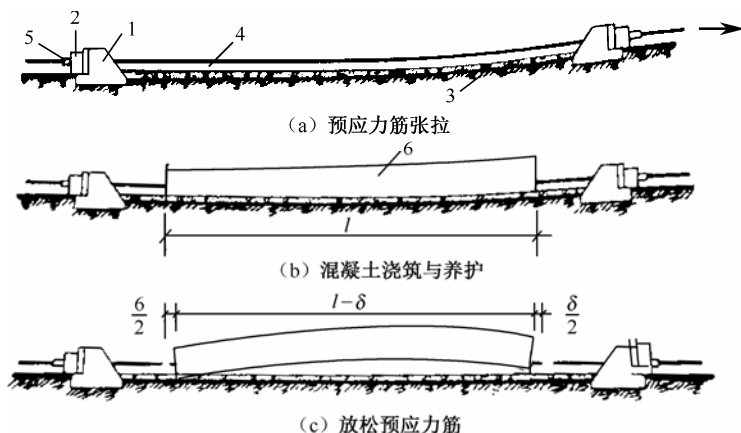
预应力混凝土后张法由于所需机械与混凝土模板基本相同，只增加预留孔道的设备所以设施费用较小；由于在完成张拉后仍需要等候灌浆强度导致生产周期较长，但该方法可以使预应力损失降低。



## 四、预应力施工工艺及要点

### 1. 先张法施工

先张法是指在浇筑混凝土之前，先张拉预应力筋，并将预应力筋临时固定在台座或钢模上，待混凝土达到一定的强度（一般不低于混凝土设计强度标准值的 75%），混凝土与预应力筋有一定粘结力时，放松预应力筋，使混凝土在预应力筋反弹力的作用下，使构件受拉区的混凝土承受预压应力。预应力筋的张拉力，主要是由预应力筋与混凝土之间的粘结力传递给混凝土。如图 8-1 所示是先张法台座。



1—台座承力结构；2—横梁；4—预应力筋；5—锚固夹具；6—混凝土构件

图 8-1 先张法台座示意图



### (1) 台座。

台座是先张拉法使用的主要设备之一，承受着预应力的全部张拉力，故要求其应有足够的强度、刚度和稳定性。

按台座的构造形式分为墩式台座、槽式台座和构架式台座。

#### ① 墩式台座。

墩式台座由台墩、台面与横梁等组成，如图 8-2 所示。目前常用的是台墩与台面共同受力的墩式台座。台座的长度宜为 100~150m，这样既可利用钢丝长的特点，张拉一次生产多根构件，又可减少因钢丝滑动或台座横梁变形引起的应力损失。

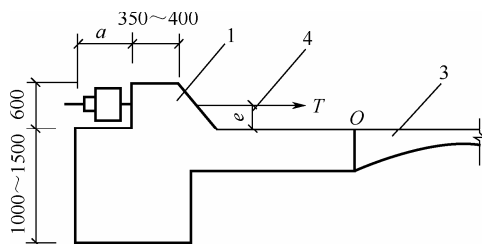
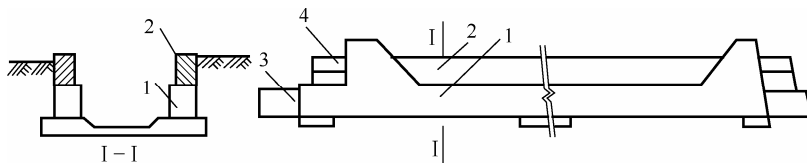


图 8-2 墩式台座

#### ② 槽式台座。

槽式台座（如图 8-3 所示）由钢筋混凝土压杆、上下横梁和砖墙等组成，即可承受张拉力，又可作蒸汽养护槽，适用于张拉吨位较高的大型构件，如吊车梁、薄腹梁、屋架梁等。

槽式台座长度一般为 45m（可生产 6 根 6m 的吊车梁）或 76m（可生产 10 根 6m 的吊车梁）。为便于混凝土运输与蒸汽养护，台座宜低于地面。



1—钢筋混凝土压杆；2—砖墙；3—下横梁；4—上横梁

图 8-3 槽式台座

### (2) 先张法的张拉设备。

先张法张拉设备常用油压千斤顶（如图 8-4 所示）、卷扬机（如图 8-5 所示）、电动螺杆式张拉机等。对张拉设备的要求是：工作可靠，能准确控制张拉应力，能以稳定的速率加大拉力。

采用油压千斤顶张拉时，可以用油压表读数直接求得张拉应力值。千斤顶一般张拉力较大，适于预应力筋成组张拉。



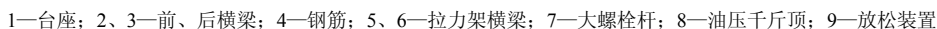
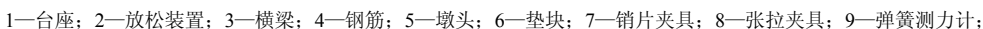


图 8-4 油压千斤顶成组张拉



10—固定梁；11—滑轮组；12—卷扬机

图 8-5 用卷扬机张拉预应力钢筋



### (b) 圆套筒三片式夹具

1—套筒；2—钢丝；3—椎体；4—套筒；5—夹片

图 8-6 锚固夹具

### (3) 先张法的施工工艺与技术要点。

① 预应力筋的张拉。

预应力筋的张拉方法可分为单根张拉与多根成组张拉。当预应力筋的数量不多,张拉设备拉力有限时多采用单根张拉。当预应力筋数量较多且密集布筋,同时张拉设备拉力较大时,可采用多根成组张拉。预制厂常选用成组张拉方法,施工现场常选用单根张拉方法。

a. 单根预应力筋张拉。

冷拔低碳钢丝可采用 10kN 电动锚索杆张拉机或电动卷扬张拉机张拉, 弹簧测力计测



力，锥销式夹具锚固。

#### b. 多根预应力筋组成张拉。

在预制场以机组流水法或传送带法生产预应力多孔板时，可在钢模上用镢头梳筋板夹具成组张拉。钢丝两端镢粗，一端卡在固定梳筋板上，另一端卡在张拉端的活动梳筋板上，用张拉钩钩住活动梳筋板，再通过连接套筒将张拉钩和拉杆式千斤顶连接即可张拉。

成组预应力筋可在三横梁或小横梁台座，利用台座式千斤顶成批张拉，台座式千斤顶与活动横梁组装在一起，利用工具式螺杆与连接器将预应力筋挂在活动横梁上。

#### ② 预应力筋的张拉。

预应力筋的张拉应严格按照设计要求进行。采用合适的张拉控制应力、张拉方法、张拉程序等进行，并应有可靠的质量保证措施和安全措施。

#### a. 张拉控制应力。

预应力筋的张拉控制应力，应符合设计要求。当施工中预应力筋需要张拉时，可比设计要求提高 5%，但其最大控制应力不得超过表 8-1 的规定。

表 8-1 最大张拉控制应力允许值

| 预应力筋种类           | 张拉方法           |             |
|------------------|----------------|-------------|
|                  | 先张法            | 后张法         |
| 碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线 0. | $80f_{ptk} 0.$ | $75f_{ptk}$ |
| 热处理钢筋、冷拔低碳钢丝 0.  | $75f_{ptk} 0.$ | $70f_{ptk}$ |
| 精轧螺纹钢 0.         | $95f_{ptk} 0.$ | $90f_{pyk}$ |

注： $f_{ptk}$  为预应力筋极限抗拉强度标注值； $f_{pyk}$  为预应力筋强度标准值。

当进行多根预应力筋成组张拉时，应设法调整各预应力筋的初应力，使其长度、松紧一致，以保证张拉预应力筋应力的一致。

#### (4) 混凝土的浇筑与养护。

钢筋张拉、绑扎及立模工作完毕后，应浇筑混凝土，每条生产线应一次浇筑完毕。

混凝土浇筑时应注意以下几点。

① 为保证钢丝与混凝土有良好的粘结，浇筑时，振动器不应碰撞钢丝，混凝土未达到一定的强度前，不允许碰撞或踩动钢丝。

② 混凝土的用水量和水泥的用量必须严格控制，混凝土必须振捣密实，以减少混凝土由于收缩徐变而引起预应力损失。

混凝土养护可采用自然养护、蒸汽养护或太阳能养护等方法。当采用蒸汽养护时，应采用二阶段升温法，第一阶段升温的温差控制在  $20^{\circ}\text{C}$  以内（一般以不超过每小时  $10^{\circ}\text{C}$  或  $20^{\circ}\text{C}$  为宜），待混凝土强度达到  $10\text{MPa}$  以上时，再按常规升温制度养护。

#### (5) 预应力筋的放张。

当构件混凝土强度达到设计规定的要求时，方可放张预应力筋；当设计无规定时，不得低于设计的混凝土强度标准值的 75%。预应力筋放张时，宜缓慢放张锚固装置，使各预应力筋同时缓慢放张。预应力筋的放张顺序，应符合设计要求；当设计无要求时，应符合下列规定。



- ① 轴心受预压的构件（如压杆、桩等），所有预应力筋应同时放张。
- ② 偏心受预压的构件（如梁等），应先同时放张预应力较小区域的预应力筋。
- ③ 如不能按上述规定放张时，应分阶段、对称、相互交错地进行放张，以防止放张过程中构件发生弯曲、裂纹和预应力筋断裂等情况。

## （6）预应力筋的切断。

放张后预应力筋的切断顺序，宜由放张端开始逐次切向另一端。钢丝的放张与切断宜在台座中部开始，采取逐根氧割、锯断、剪断等方法，并宜对称、交错地进行。切断粗钢筋、钢绞线，一般用氧乙炔焰、电弧或锯割；切断钢丝，一般采用钢丝钳、无齿锯、放张板子等。

用氧乙炔焰火电弧切断时，应采取隔热措施，防止烧伤构件端部混凝土；电弧切断时的地线不得搭在另一头，以防止过点后预应力筋伸长，造成应力损失。

## 2. 后张法施工

后张法施工是指在浇筑混凝土构件时，在放置预应力筋的位置处留设孔道，待混凝土达到一定强度（不低于设计混凝土强度的 75%）时，将预应力筋穿入孔道中并进行张拉，然后用锚具将预应力筋锚固在构件上，最后进行孔道灌浆。预应力筋承受的张拉力通过锚具传递给混凝土构件，使混凝土产生预应力。后张法预应力的传递主要依靠预应力筋两端的锚具，锚具作为预应力筋的组成部分，永远留在构件上，不能重复使用。如图 8-7 所示为预应力后张法构件生产示意图。

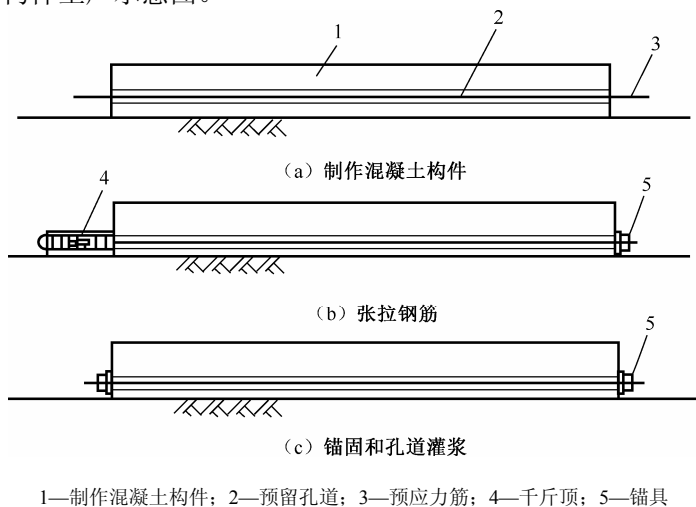


图 8-7 预应力混凝土后张法生产示意图

## （1）锚具。

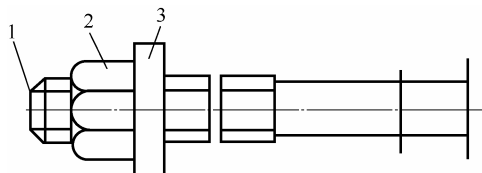
锚具是后张法施工在结构或者构件中确保结构安全的关键装置，要求锚具的尺寸和形状准确、工作可靠、构造简单、施工方便；有足够的强度和刚度，受力后变形小，锚固可靠，不致产生预应力筋的滑移和断裂现象。后张法施工常用锚具有以下几种。

### ① 螺栓端杆锚具。

螺栓端杆锚具适用于锚固直径不大于 36mm 的钢筋，它是由螺栓端杆、螺母和垫板组



成,如图 8-8 所示。锚具长度一般为 320mm,螺栓端杆的直径与预应力的直径对应选取。螺栓端杆锚具与预应力筋对焊连接,应在预应力钢筋冷拉前进行,焊接后与张拉机械相连进行预应力筋的张拉,然后用螺母拧紧锚固。

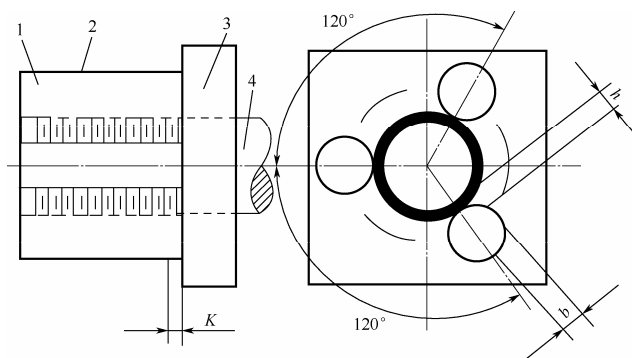


1—螺栓端杆; 2—螺母; 3—垫板

图 8-8 螺栓端杆锚具

## ② 帮条锚具。

帮条锚具由衬板与帮条组成。多位三根帮条,按  $120^\circ$  均匀布置,并应与衬板相接触的界面在统一垂直面上,以免发生扭曲,如图 8-9 所示。帮条采用与预应力筋同级别的钢筋,并在预应力筋冷拉前焊接,一般用在单根钢筋做预应力筋的固定端锚具。

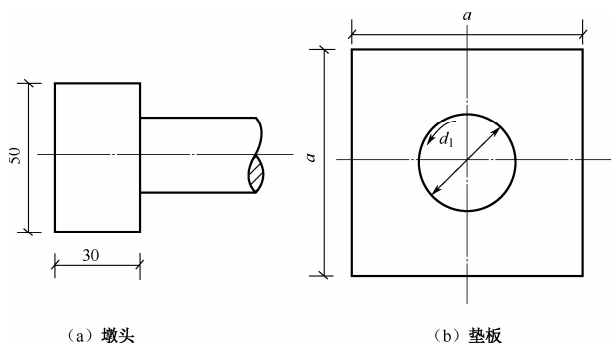


1—帮条; 2—焊缝; 3—垫板; 4—预应力钢筋

图 8-9 帮条锚具

## ③ 墩头锚具。

墩头锚具由墩头和垫板组成,用于单根粗钢筋的墩头锚具,一般直接在预应力筋端部热墩、冷墩或锻打成型,如图 8-10 所示。



(a) 墩头

(b) 垫板

图 8-10 墩头锚具

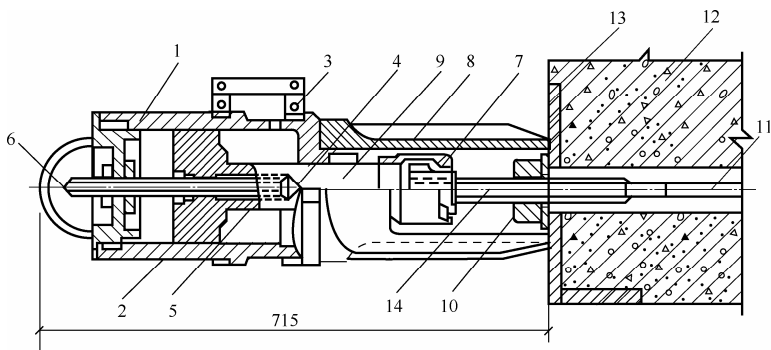


## (2) 张拉设备。

后张法的张拉设备主要有拉杆式千斤顶、穿心式千斤顶、锥锚式千斤顶等。

### ① 拉杆式千斤顶。

拉杆式千斤顶（代号 YL）是利用高压油泵驱动单活塞张拉预应力筋的单作用千斤顶，主要用于张拉以螺栓端杆为张拉锚具的预应力筋。目前常用的拉杆式千斤顶是 YL30，如图 8-11 所示，其最大张拉为 600kN，张拉行程为 150mm。拉杆式千斤顶构造简单，操作方便，应用范围广。



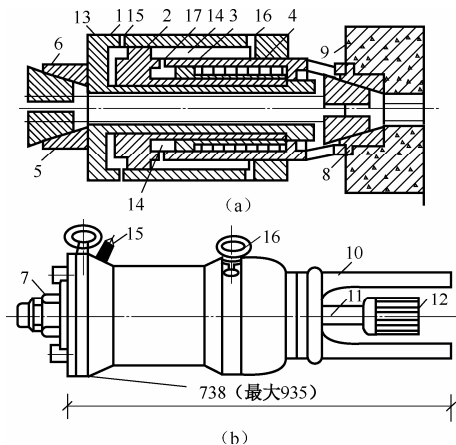
1—主缸；2—主缸活塞；3—主缸油嘴；4—副缸；5 副缸活塞；6—副缸油嘴；

7—连机器；8—顶杆；9—拉杆；10—螺母；11—预应力筋；12—混凝土构件；13—预埋钢板；14—螺栓端杆

图 8-11 拉杆式千斤顶构造示意图

### ② 穿心式千斤顶。

穿心式千斤顶（代号 YC）是利用双液压缸张拉预应力筋和顶压锚具的双作用千斤顶。双作用是指既能张拉预应力筋又能锚固预应力筋。目前常用的穿心式千斤顶是 YC60，如图 8-12 所示。其最大张拉力为 600kN，张拉行程为 150mm，适用于以夹片锚具为张拉锚具的预应力钢筋束或钢绞线束。



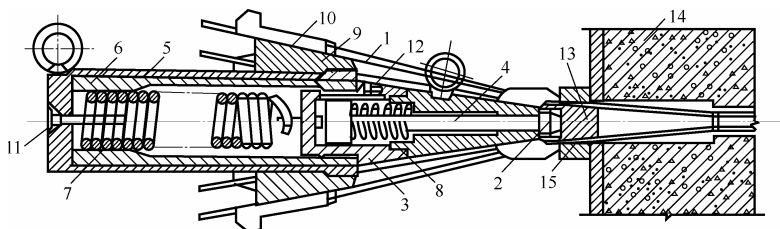
1—拉油缸；2—顶压油缸（张拉活塞）；3—顶压活塞；4—弹簧；5—预应力筋；6—工具锚；7—螺母；8—锚环；9—构件；10—撑脚；11—张拉杆；12—连接器；13—张拉工作油室；14—张拉回程油室；15—张拉缸油嘴；16—顶压缸油嘴；17—油孔

图 8-12 YC60 型千斤顶



### ③ 锥锚式千斤顶。

锥锚式千斤顶（代号 YZ）是具有张拉、顶锚与退楔三种作用的千斤顶，仅用于张拉以锥锚式锚具为张拉锚具的预应力钢绞线束，如图 8-13 所示。YZ85 型锥锚式千斤顶最大张拉力为 850 千牛，张拉行程为 250 毫米。



1— 预应力筋；2—顶压头；3—副缸；4—副缸活塞；5—主缸；6—主缸活塞；7—主缸拉力弹簧；

8—副缸拉力弹簧；9—锥形卡环；10—楔块；11—主缸油嘴；12—副缸油嘴；13—锚塞；14—构杆；15—锚环

图 8-13 锥锚式千斤顶构造示意图

## 小 知 识

### 张拉机械的使用

(1) 张拉油泵、千斤顶和压力表要在编号配套后进行标定。每套设备标定后，应及时绘出张拉力与压力表读数的关系曲线。

(2) 凡经配套标定的张拉设备，必须配套使用，不允许随便更换或随意搭配组合使用。

(3) 在使用过程中，一旦其中某项设备发生故障而需要更换时，仍需再进行配套标定。

(4) 张拉设备的标定期不应超过半年，应设有专人监督和管理。

### (3) 后张法预应力筋的张拉方法。

后张法预应力筋的张拉方法，根据预应力混凝土的结构特点、预应力筋的形状与尺寸和施工方法的不同，可以分以下几种。

① 一端张拉：张拉设备放置在预应力筋的一端的张拉方法。这种方法适用于预应力筋长度大于等于 24m 的直线预应力筋与锚固损失影响长度小于等于该长度的一半的曲线预应力筋。

② 两端张拉：张拉设备放置在预应力筋的两端的张拉方法。这种方法适用于预应力筋长度大于 24m 的直线预应力筋与锚固损失影响长度小于该长度的一半的曲线预应力筋。

③ 分批张拉：对配有多束预应力筋的构件或结构分批进行张拉的方法

④ 分段张拉：在多跨连续梁板分段施工时，采用的一种张拉的方法。



## 小 知 识

(1) 先张法大部分被用于工厂预制构件,适用于在工厂用工业化方式生产中小型构件。

(2) 后张法几乎都用于现场预制大型构件,在运输条件许可的情况下可在工厂预制。后张法适用于现浇整体结构。

### (4) 预应力筋的张拉顺序。

预应力筋的张拉顺序,应使混凝土不产生超应力、构件不扭转与侧弯、结构不变位。对于配有多根预应力筋的不可能同时进行张拉的构件,应分批、分阶段对称地进行张拉。预应力筋的张拉顺序、张拉力及伸长值的计算均应由设计确定,施工时应遵照执行。实际施工时,为了部分抵消预应力损失,可采取超张拉方法,但最大张拉应力不应大于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2002 的规定。梁或板中的预应力筋一般是逐根或逐束张拉,以保证各阶段不出现对结构不利的应力状态;后批张拉的预应力筋所产生的混凝土结构构件的弹性压缩对先批张拉预应力筋的预应力损失的影响与梁、板的截面预应力筋的配筋量及束长等因数有关,一般影响较小时可不计。如果影响较大,可将张拉力统一增加一定的值。

对重要的预应力混凝土结构,为了使结构均匀受力并减少弹性压缩损失,可分两阶段建立预应力,即全部预应力筋先张拉 50%以后,第二次拉至 100%。

## 张拉注意事项

① 在预应力作业中,必须特别注意安全。钢筋下料时,应保证断口平整,防止锻粗时头部歪斜。

② 张拉时应认真做到孔道、锚环与千斤顶三对中,以便张拉工作顺利进行,且不致增加孔道摩擦损失。

③ 预应力筋锚固后,锚具外的预应力筋宜用无齿锯或机械切断机切断,其外露长度,不宜小于预应力筋直径的 1.5 倍,且不宜小于 30mm。锚具应尽快用混凝土封裹,当需长期外露时,可涂刷防锈油漆,以防腐蚀。

④ 多根钢丝同时张拉时,钢丝断裂或滑脱的数量,严禁超过结构同一截面预应力筋钢丝总根数的 3%,且每一束钢丝不得超过一根;对多跨双向连续梁,其同一截面应按每跨计算。

⑤ 每根构件张拉完毕后,应检查端部和其他部位是否有裂缝,并填写张拉记录表。

### 3. 无粘结筋张拉

无粘结预应力筋的张拉与后张拉法带有螺丝端杆锚具的有粘结预应力钢丝束张拉相



似。由于无粘结预应力筋一般为曲线配筋，故采用两端同时张拉法。

(1) 无粘结筋张拉过程中的注意事项。

① 无粘结预应力筋的张拉顺序，应根据其铺设顺序，先铺设的先张拉，后铺设的后张拉。

② 成束的无粘结预应力筋在正式张拉前，宜先用千斤顶往复抽动 1~2 次，以降低张拉摩擦损失。在张拉过程中，当有个别钢丝发生滑脱或断裂时，可相应地降低张拉力，但滑脱或断裂的数量，不应超过结构同一截面无粘结预应力筋总数的 3%。无粘结张拉完成后，应立即用防腐油或水泥浆通过锚具或其附件上的灌注孔，将锚固部位张拉成型的空腔全部灌注密实，以防预应力筋发生局部锈蚀。

③ 无粘结筋的锚固区必须有严格的密封保护措施，严防水汽进入锈蚀预应力筋。对外露的预应力筋应分散弯折后，再浇筑在封头混凝土内。无粘结筋及端头锚固区的保护措施，应符合相应的规定。

(2) 锚具与端部处理。

① 锚具。

无粘结预应力筋的锚具一般要求符合 I 类锚具的规定。无粘结预应力筋主要采用钢绞线和高强钢丝。钢绞线无粘结筋的张拉端可采用卡片式锚具，固定端宜采用压花式埋入锚。高强钢丝的张拉端与锚具端均可采用夹片式或镦头锚具。根据设计需要，无粘结预应力筋可在构件中配置较短的预应力筋，其一端锚固在构件端头作为张拉端，而另一端则直接锚固于构件中，形成有粘结的锚头。

② 端部处理。

由于无粘结预应力筋一般采用镦头锚具，锚头部位的外径比较大，因此，钢丝束两端应在构件上预留有一定长度的孔道，其直径略大于锚具的外径。钢丝束张拉锚固以后，其端部便留下孔道，并且该部分钢丝没有涂层，为此应加以处理保护预应力钢丝。

对无粘结钢绞线，张拉端采用卡片式锚具时，张拉后端头钢绞线的预留长度不小于 150mm，多余部分割掉，然后将钢绞线散开打弯，埋在圈梁内，加强锚固。钢绞线在固定端处可压花，放置在设计部位。这种做法要求张拉前固定端的混凝土等级应大于 30MPa，以形成可靠的粘结式锚头。

### 小 知 识

代换预应力筋和锚具时，应符合下列原则。

- (1) 代换后的预应力筋或锚具应相互匹配；
- (2) 代换预应力筋后，不得降低构件和结构的承载力设计值，不得降低有效预应力；
- (3) 代换锚具时，应考虑代换前后锚具处预应力的损失以及构造要求的差异；
- (4) 代换必须经过原设计同意。



## 模块三

## 常见机械设备

### 项目九 钢筋工程中常用机械设备



#### 一、钢筋调直剪切机

无论是盘圆钢筋还是冷拔钢筋，下料之前都要经过调直工序。弯曲的钢筋是不准作为配筋用在构件内的，否则将会影响构件的受力性能，使构件出现裂缝；弯曲的钢筋还会影响下料（切断）的准确性，因此，钢筋调直是钢筋加工中一道重要的工序。

钢筋调直剪切机按其阶段机构的形式不同，分为下切式和旋切式两种，它们的工作原理如图 9-1 所示。作业时，盘料架 1 的钢筋（盘圆或冷拔钢筋）由旋转着的一对牵引棍 3 的摩擦力强拉过调直滚筒 2，由于在调直滚筒内安装有不在同一轴线上的五个调直模（首、末模与滚筒轴线同轴，中间各模各偏离滚筒轴线一定距离），在减幅曲线的作用下，弯曲的钢筋即被调直。当被调直的钢筋达到要求的长度后，顶动定长器 5，切刀 4 开始动作，切断钢筋，完成一个调直剪切钢筋的工作循环。

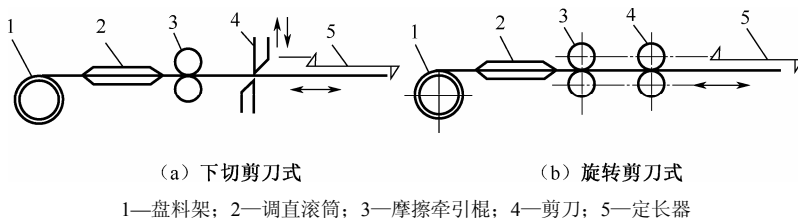


图 9-1 调直剪切机工作原理图 9-

钢筋调直剪切机使用时的注意事项有以下几点。

(1) 在调直钢筋的过程中，当发现钢筋跳出托板导料槽，顶不到定长器及乱丝或脱架时，应及时按动限位开关切断钢筋或停机，调整好后方能继续使用。

(2) 操作人员不准离机过远，上盘、穿丝、引头和切断都应停机进行。

(3) 调直每盘钢筋末尾或短盘钢筋时，应手持套管护送钢筋到导料器，以免发生自动甩出伤人事故。

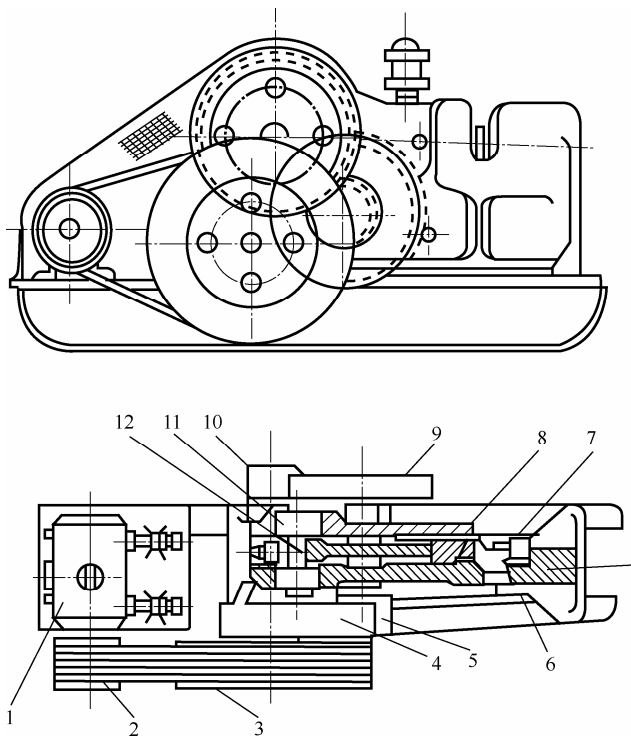
(4) 已调直切断的钢筋，应按根数、规格分成小捆堆放整齐，不得乱堆、乱放。



## 二、钢筋切断机

钢筋切断机是把钢筋原材料或已矫直好的钢筋，按配料计算的长度要求进行切断下料的专用机械。切断机有机械转动式和液压转动式两种，其中机械转动式应用较广泛，在切断量小或一些特殊场合，也可以用手工切断器来完成切断下料的工作。

如图 9-2 所示为 GJ-40 型电动钢筋切断机的构造，它由电动机、转动系统、切断机构和切刀等组成。



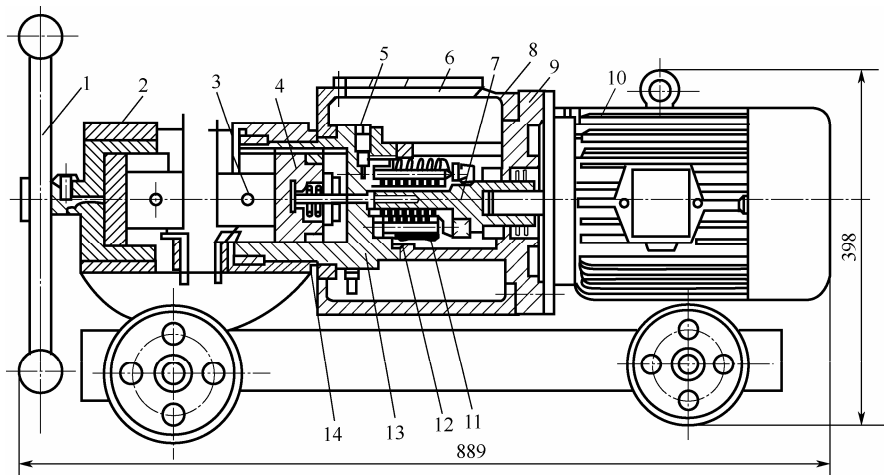
1—电动机；2、3—三角皮带；4、5、9、10—减速齿轮；6—固定刀片；7—活动刀片；8—滑块；11—曲柄轴；12—连杆

图 9-2 钢筋切断机构造图



## 三、液压钢筋切断机

如图 9-3 所示为 DYJ-32 型电动液压钢筋切断机的构造，它由电动机、油泵、油缸、柱塞、连接架、放油阀、油箱、偏心机构和切刀等组成。最大切断钢筋直径为 32mm。液压钢筋切断机在构造与工作原理上与机械式钢筋切断机的不同点是，它利用液压系统所产生的高压油来推动活塞—连杆组，驱动活动切刀与固定切刀相配合来切断钢筋。这种切断机的主要特点是结构简单、工作平稳好、噪声小，并且移动方便。



1—手柄；2—支座；3—主刀片；4—活塞；5—放油闸；6—观察玻璃；7—偏心轴；8—油箱；9—连接架；  
10—电动机；11—柱塞；12—油泵缸；13—油缸体；14—皮碗

图 9-3 DYJ-3 2 型电动液压切断机构造示意图

液压钢筋切断机使用时的注意事项有以下几点。

(1) 使用切断机前，要先检查一下刀片的安装是否牢固，间隙是否合适；再检查各传动系统、各相对运动部分情况是否良好；最后空车试运转，确认无误后方允许正式开机作业。

(2) 固定刀片与活动刀片的间隙应保持 0.5~1mm。两个刀片的重叠量要根据所切的钢筋直径来确定。一般切断直径小于 20mm 时，刀口垂直间隙为 1~2mm；切断直径大于或等于 20mm 时，刀口垂直间隙约为 5mm 左右。间隙的调整通过增减固定刀片后面的垫块来实现。

(3) 切断钢筋时，操作者要用手将钢筋握紧，等移动刀片退回时送入钢筋，以防钢筋末端摆动或钢筋蹦出伤人。

(4) 待切断钢筋要与切刀垂直放平，长度在 300mm 以下的短钢筋切断时要用钳子加料送入刀口，不准用手直接送料。

(5) 不准在超过切断机性能所规定的直径的钢筋，中碳钢以上化学成分的钢筋，以及灼红的钢筋上切断。

(6) 切断机在运转过程中，严禁用手清扫刀片上的积屑和杂物，发现工作声音不正常，刀片密合不好的情况时，要立刻停机检查、修理，试运转正常后，方允许继续使用。



## 四、钢筋弯曲机

钢筋弯曲机是用来将切断配料的钢筋，按配筋图的要求，弯曲成所需要的形状和尺寸的专用设备。当前，工程上使用较为广泛的是国产 GW-40 型电动钢筋弯曲机，其特点是构造简单、适用性强，能将直径在 40mm 以下的钢筋弯制成各种角度。近年来出现的弯箍机、螺旋绕制机以及一机多用的弯曲机，都是在钢筋弯曲机的基础上改进的产品。



GW-40 型钢筋弯曲机的传送系统在作业时，电动机带动三角带传动机构驱动两队开式齿轮减速机构使蜗杆啮合旋转，同蜗轮固定装配的立轴（主轴）带动工作盘转动而实现对钢筋的弯曲加工。

钢筋弯曲机的使用要点如下。

（1）操作前，应对机械传动部分、各工作机构、电动机接地以及各润滑部位进行全面检查，符合要求后，进行试运转，确认正常方可开机作业。

（2）钢筋弯曲机要设专人负责，其他人员不得随意操作；严禁在机械圆盘转动过程中更换轴心、成型轴、挡铁轴；加注润滑油和保养工作也必须在停机后才能进行。

（3）挡铁轴的直径和强度不能小于被弯曲钢筋的直径和强度；未经调直的钢筋，禁止在钢筋弯曲机上弯曲。作业时注意放入钢筋的位置、长度和回转方向，以免发生事故。

（4）倒顺开关界限正确、使用合理，一定要按照指示牌上的“正转—停—反转”标志转动，不准直接由“正转—反转”而不在“停”位停留，更不允许频繁交换工作盘的旋转方向。

（5）工作完毕，要先将开关扳到“停”位，切断电源，然后整理机具，钢筋堆码到指定地点，清扫铁锈等污物。



## 五、钢筋焊接机

钢筋网及钢筋骨架采取焊接的方法连接，不仅可以降低劳动强度，节省金属材料，而且连接起来的钢筋网架刚度好，尺寸精度高，生产率高。所以，近年来焊接在钢筋加工中得到了广泛的应用。钢筋焊接分多位对焊、点焊、手工电弧焊和电渣压力焊，完成这些连接所用的设备，称为焊接机械。

### 1. 钢筋点焊机

点焊是采取接触焊的原理，使相互交叉的钢筋，在其接触部位形成一个熔接的焊点，将叠合的钢筋连接起来。这种焊接多用于钢筋网或者钢筋骨架的连接，用于这种焊接的机械按其点焊时间调节器的类型和加压机构的不同，分为杠杆弹簧式（脚踏式），电动凸轮式和气、液传动式自动点焊机 3 种类型。建筑工程中应用较多的是杠杆弹簧式点焊机，施工现场使用的小型手提式点焊机是杠杆弹簧式点焊机的变形形式。

点焊机使用时的注意事项如下。

（1）操作人员必须熟悉点焊机的构造、性能、操作规程及保养制度，必须经过培训持合格证后方可上级操作。

（2）工作前，除对电器设备、传动、加压、电极等工作机构进行检查外，还要调整好焊接电流、通电时间和电极压力，然后进行试焊。合格后方可进行作业。

（3）点焊机在使用过程中，要经常检查电极头部的磨损情况。电极出头不准偏斜，被焊钢筋的焊点不准出现熔坑、小凹或飞刺等。发现其他焊机不良现象要及时进行处理。

（4）每班工作完毕后，要拉闸切断电源，冬季施工时，下班后要放净冷却水，以免管道冻坏。

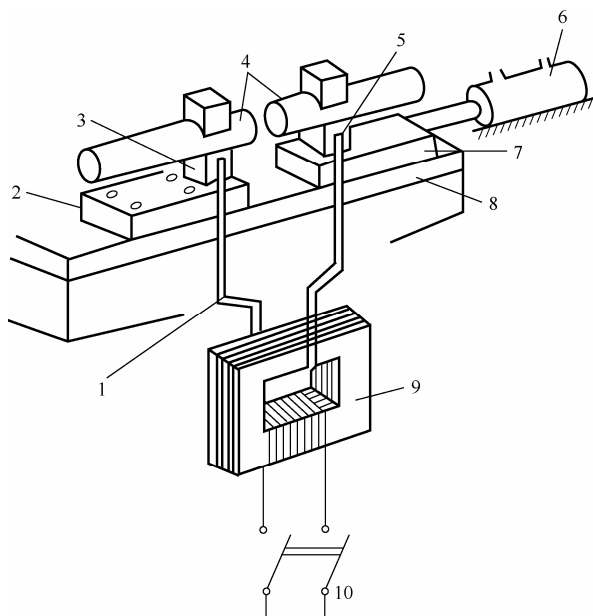


## 2. 钢筋对焊机

将两根钢筋端部对在一起并焊接牢固的方法称为对焊。完成这种焊接的机械叫做钢筋对焊机。使用对焊机对焊钢筋，可将工程上剩下来的短料按新的工程配筋要求对接起来重新利用，节省了钢材；同手工电弧焊搭接焊工艺相比，钢筋对焊焊缝部位强度高，特别是在承重大梁钢筋密集的底部、曲线梁或拼装块体预应力主筋的穿孔、张拉等施工中，更是显示出钢筋对焊的重要性。

### (1) 对焊机的工作原理。

对焊属于塑性压力焊接，即将对接的钢筋接头部位，利用电能转化成的热能，加热到近于融化的高温状态，利用其高塑性压实顶端而达到连接的一种工艺操作。如图 9-4 所示为钢筋对焊机的工作原理图。



1—二次线圈；2—固定平板；3—固定电极；4—钢筋；5—活动电极；6—加压机构；

7—滑动平板；8—机身；9—变压器；10—开关

图 9-4 钢筋对焊机工作原理图

对焊机的电极分别装在固定平板 2 和滑动平板 7 上，滑动平板可沿机身上的导轨移动，电流通过变压器 9 的刺激线圈（铜引片）传到电极 5 上；当推动压力机构 6 使两个钢筋 4 的端头接触到一起后，造成短路，电阻产生热量，加热端头钢筋至高塑性后，加力加压，达到牢固的效果。

### (2) 对焊焊接工艺。

根据对焊机的工作原理，对焊工艺可分为电阻对焊与闪光对焊两种。

① 电阻对焊是将钢筋的接头加热到塑性状态后切断电源，再加压达到塑性连接。该方法焊接工艺容易在接头部位产生氧化或夹渣，并且要求钢筋端面加工平整光洁，同时焊接时耗电很大，要求焊机功率大，所以很少采用。



② 闪光对焊是指在焊接过程中，从钢筋接头处喷出熔化的金属微粒，呈现火花（即闪光）。在熔化金属喷出的同时，也将氧化物及夹渣带出，使对焊接头质量更好，所以被广泛地应用。尤其在低碳钢和低合金钢的钢筋对接应用中更为普遍。

### （3）对焊机的使用要求

① 对焊机操作人员须经过专门培训，要熟悉对焊机的构造、性能、操作规程、保养，工艺参数选择和质量检查规范等。

② 操作前应检查对焊机各机构是否灵敏、可靠，电气系统是否安全，冷却水系统有无漏水现象，所有润湿部位润湿状况是否良好等。

③ 严禁对焊超过规定直径的钢筋，主筋对焊必须先对焊后冷拉。为确保焊接质量，在钢筋端头约 150mm 范围内，要进行清污、除锈及矫直工作。

④ 操作人员作业时，必须戴好有色防护眼镜及帽子等，以免弧光刺激眼睛和熔化金属灼伤皮肤。

# 附录

## 附录 A 钢筋工国家职业标准（摘录）

### 1. 职业概况

#### 1.1 职业名称

钢筋工。

#### 1.2 职业定义

使用工具及机械，对钢筋进行除锈、调直、连接、切断、成型、安装钢筋骨架的人员。

#### 1.3 职业等级

本职业共设四个等级，分别为：初级（国家职业资格五级）、中级（国家职业资格四级）、高级（国家职业资格三级）、技师（国家职业资格二级）。

#### 1.4 职业环境

室内，室外。

#### 1.5 职业能力特征

手指、手臂灵活，较好的身体素质。

#### 1.6 基本文化程度

初中毕业。

#### 1.7 培训要求

##### 1.7.1 培训期限

全日制职业学校教育，根据其培养目标和教学计划确定。晋级培训期限：初级不少于 240 标准学时；中级不少于 260 标准学时；高级不少于 220 标准学时；技师不少于 200 标准学时。

##### 1.7.2 培训教师

培训初、中级的教师应具有本职业高级以上职业资格证书；培训高级的教师应具有本职业技师以上职业资格证书或相关专业中级专业技术职务任职资格；培训技师的教师应具有本职业技师职业资格证书 2 年以上或相关专业高级专业技术职务任职资格。

##### 1.7.3 培训场地设备

标准教室及具备必要的钢筋加工设备和工具的技能训练场所。



## 1.8 鉴定要求

### 1.8.1 适用对象

从事或准备从事本职业的人员。

### 1.8.2 申报条件

——初级（具备以下条件之一者）

（1）经本职业初级正规培训达规定标准学时数，并取得毕（结）业证书。

（2）本职业学徒期满。

（3）在本职业连续见习工作 2 年以上。

——中级（具备以下条件之一者）

（1）取得本职业初级职业资格证书后，连续从事本职业工作 3 年以上，经本职业中级正规培训达规定标准学时数，并取得毕（结）业证书。

（2）取得本职业初级职业资格证书后，连续从事本职业工作 5 年以上。

（3）连续从事本职业工作 6 年以上。

（4）取得经劳动保障行政部门审核认定的、以中级技能为培养目标的中等以上职业学校本职业（专业）毕业证书。

——高级（具备以下条件之一者）

（1）取得本职业中级职业资格证书后，连续从事本职业工作 4 年以上，经本职业高级正规培训达规定标准学时数，并取得毕（结）业证书。

（2）取得本职业中级职业资格证书后，连续从事本职业工作 7 年以上。

（3）取得高级技工学校或经劳动保障行政部门审核认定的、以高级技能为培养目标的高等职业学校本职业（专业）毕业证书。

——技师（具备以下条件之一者）

（1）取得本职业高级职业资格证书后，连续从事本职业工作 5 年以上，经本职业技师正规培训达规定标准学时数，并取得毕（结）业证书。

（2）取得本职业高级职业资格证书后，连续从事本职业工作 7 年以上。

（3）取得本职业高级职业资格证书的高级技工学校毕业生，连续从事本职业工作 2 年以上。

### 1.8.3 鉴定方式

分为理论知识考试和技能操作考核。理论知识考试采用闭卷笔试方式，技能操作考核采用实际操作方式。理论知识考试和技能操作考核均实行百分制，成绩均达 60 分及以上者为合格。技师还须进行综合评审。

### 1.8.4 考评人员与考生配比

理论知识考试考评人员与考生的配比为 1: 20，每个标准教室不少于 2 名考评员；技能操作考核考评员与考生的配比为 1: 5，且不少于 3 名考评员。综合评审不少于 5 人。

### 1.8.5 鉴定时间

各等级的理论知识考试时间均为 45 ~ 120 分钟，技能操作考核时间为 60 ~ 150 分钟。综合评审不少于 30 分钟。





## 1.8.6 鉴定场所设备

理论知识考试在标准教室进行；技能操作考核在具有钢筋加工、安装所需的工具和设备的场所中进行。

## 2. 基本要求

### 2.1 职业道德

#### 2.1.1 职业道德基本知识

#### 2.1.2 职业守则

- (1) 热爱本职工作、忠于职守。
- (2) 遵章守纪、安全生产。
- (3) 尊师爱徒、团结互助。
- (4) 勤俭节约、关心企业。
- (5) 钻研技术、勇于创新。

### 2.2 基础知识

#### 2.2.1 识图知识

- (1) 识图和建筑构造的基本知识。
- (2) 识读钢筋混凝土结构图例符号。
- (3) 常规钢筋混凝土构件的钢筋结构施工图。

#### 2.2.2 钢筋常识

- (1) 品种、性能、规格、型号知识。
- (2) 验收与保管知识。

#### 2.2.3 常用钢筋加工的机具使用和保养知识

#### 2.2.4 建筑力学和钢筋混凝土结构常识

#### 2.2.5 安全生产知识

#### 2.2.6 相关法律、法规知识

- (1) 建筑法的相关知识。
- (2) 劳动法的相关知识。

## 3. 工作要求

本标准对初级、中级、高级、技师的技能要求依次递进，高级别包括低级别的要求。

### 3.1 初级

| 职业功能   | 工作内容        | 技能要求   | 相关知识                                 |
|--------|-------------|--|--------------------------------------|
| 一、施工准备 | (一) 识图      | 1. 能识别图纸中各种符号、图例、线型；<br>2. 能读懂矩形简支梁、单双向板、构造柱等结构构件的钢筋混凝土施工图；<br>3. 能识别构件中各钢筋所起的作用 | 1. 制图基本知识；<br>2. 建筑力学、钢筋混凝土结构的一般理论知识 |
|        | (二) 钢筋准备    | 1. 能正确识别所用钢筋的种类规格，检查其是否与钢筋标牌一致；<br>2. 能正确运输、装卸、堆放现场的钢筋                           | 1. 常用量度工具的知识 2. 钢筋验收的方法、程序           |
|        | (三) 准备机具和辅料 | 能正确选用钢筋加工机具和辅料   | 辅料的用途                                |



续表

| 职业功能   | 工作内容     | 技能要求  | 相关知识   |
|--------|----------|---|--|
| 二、加工   | 加工钢筋     | 1. 能看懂配料单;<br>2. 能进行钢筋除锈、调直、下料、切断和弯曲的操作   | 1. 钢筋加工操作的一般程序;<br>2. 钢筋的连接技术和冷加工的技术质量标准<br>3. 安全生产操作规程                                |
| 三、安装   | 绑扎钢筋     | 1. 能按钢筋混凝土施工图绑扎钢筋骨架和钢筋网片;<br>2. 能按规定设置垫块;<br>3. 能修复钢筋在混凝土浇筑过程中的一般缺陷;<br>4. 能正确搬运较大的钢筋骨架 | 1. 钢筋的绑扎方法;<br>2. 矩形简支梁、单双向板构造柱操作程序和要求;<br>3. 混凝土浇筑过程中钢筋易出现的缺陷及处理方法;<br>4. 大钢筋骨架搬运就位知识 |
| 四、检查整理 | (一) 质量自检 | 能够根据施工图及规范要求, 进行质量检查和整改   | 1. 建筑工程施工质量验收统一标准;<br>2. 混凝土工程质量验收规范   |
|        | (二) 现场整理 | 1. 能对材料和机具进行清理、归类、存放;<br>2. 能将废弃物清扫处理   | 1. 文明施工常识;<br>2. 环境保护常识  |

## 3.2 中级

| 职业功能   | 工作内容         | 技能要求   | 相关知识  |
|--------|--------------|--|---|
| 一、施工准备 | (一) 识图       | 能看懂框架梁、板、柱及一般楼梯等结构构件的钢筋混凝土施工图                        | 1. 结构施工图知识;<br>2. 框架梁、板、柱及一般楼梯等结构的构造特点          |
|        | (二) 料具准备     | 1. 能够对钢筋进行进场验收;<br>2. 能正确选用预应力施工中所用的锚、夹具、张拉设备        | 1. 钢筋取样方法;<br>2. 试验报告单知识;<br>3. 预应力混凝土施工机具知识    |
| 二、配料   | (一) 放大样图     | 能完成框架梁、板、柱及一般楼梯等结构构件中较复杂部位的钢筋大样图                     |   |
|        | (二) 编制配料单    | 能编制框架梁、板、柱及一般楼梯等结构构件的配料单                             | 预应力和非预应力钢筋下料计算方法                                |
| 三、加工安装 | (一) 非预应力钢筋绑扎 | 能绑扎安装框架结构中特殊部位的钢筋                                    |   |
|        | (二) 预应力钢筋的张拉 | 1. 能进行先张法工艺操作;<br>2. 能进行后张法工艺操作;<br>3. 能进行无粘结后张法工艺操作 | 1. 先张法工艺流程知识;<br>2. 后张法工艺流程知识;<br>3. 无粘结后张法流程知识 |
| 四、检查整理 | (一) 质量检查     | 1. 能处理钢筋工程中的质量通病;<br>2. 能对初级工的施工质量进行跟踪检查             | 钢筋工程质量通病产生的原因及处理方法                              |
|        | (二) 整理       | 能完成钢筋工程技术资料的整理                                       | 技术资料整理知识  |



## 3.3 高级

| 职业功能   | 工作内容       | 技能要求   | 相关知识   |
|--------|------------|--|--|
| 一、施工准备 | (一) 识图     | 能看懂箱形基础、设备基础、牛腿柱、预应力屋架、预应力箱梁、烟囱等结构构件的钢筋混凝土施工图  | 箱形基础、设备基础、预应力屋架、预应力箱梁、烟囱等钢筋混凝土结构构件的构造特点  |
|        | (二) 编制施工方案 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能根据施工现场情况编制施工班组和所需机具的计划;</li> <li>2. 能提出现场钢筋堆场及加工场地的布置方案;</li> <li>3. 能提出钢筋加工、安装计划, 确定钢筋加工安装流程;</li> <li>4. 能完成相关资料的技术准备, 并做好对初级、中级工的技术交底</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工组织管理知识;</li> <li>2. 劳动定额知识;</li> <li>3. 质量管理基础知识</li> </ol>            |
| 二、配料   | (一) 放大样图   | 能完成箱形基础、设备基础、牛腿柱、预应力屋架、预应力箱梁、烟囱等复杂结构构件的钢筋大样图   |  |
|        | (二) 编制配料单  | 能编制箱形基础、设备基础、牛腿柱、预应力屋架、预应力箱梁、烟囱等结构构件的配料单   |  |
| 三、加工安装 | 主持施工       | 能根据施工方案主持箱形基础、设备基础、牛腿柱、预应力屋架、预应力箱梁、烟囱等结构构件的施工  | 箱形基础、设备基础、牛腿柱、预应力屋架、预应力箱梁、烟囱等结构构件的施工技术知识   |
| 四、检查   | 质量检查       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能对初级、中级工的施工质量进行跟踪检查;</li> <li>2. 能够处理施工中的质量事故, 解决技术难题, 并能提出预防事故发生的措施;</li> <li>3. 能组织施工班组进行质量自检、互检、交接检</li> </ol>                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 钢筋隐检的方法与步骤;</li> <li>2. 钢筋工程质量事故实例分析;</li> <li>3. “三检制”的方法、步骤</li> </ol> |
| 五、施工管理 | (一) 班组管理   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能贯彻、实施岗位责任制;</li> <li>2. 能够根据工程情况采取相应的安全措施;</li> <li>3. 能对钢筋加工机具进行管理和保养</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 班组管理知识;</li> <li>2. 安全标准;</li> <li>3. 钢筋加工机具知识</li> </ol>                |
|        | (二) 技术培训   | 能够对初、中级工进行操作技能培训   | 钢筋工施工技术  |

## 3.4 技师

| 职业功能   | 工作内容       | 技能要求  | 相关知识  |
|--------|------------|---|---|
| 一、施工准备 | (一) 图纸审核   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能够参与大型、特殊结构施工图的审核工作, 并能提出合理化建议;</li> <li>2. 能够完成有关施工图审核记录、整理工作</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一般结构设计常识;</li> <li>2. 建筑施工技术</li> </ol>                     |
|        | (二) 审核施工方案 | 能够审核施工方案, 并进行修改   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工组织设计知识;</li> <li>2. 网络计划知识;</li> <li>3. 一般预算知识</li> </ol> |



续表

| 职业功能                   | 工作内容           | 技能要求  | 相关知识  |
|------------------------|----------------|---|---|
| 二、<br>安<br>装           | (一) 主持施工       | 1. 能在现场实放下列结构：壳体结构、异形池体结构、双曲线冷却塔结构、斜拉桥结构之一的钢筋大样和编制钢筋配料单，并进行安装；<br>2. 能够进行钢筋工程成本核算 | 壳体结构、异形池体结构、双曲线冷却塔结构、斜拉桥结构的受力常识                   |
|                        | (二) 审查配料       | 能够审查钢筋混凝土构件的钢筋大样图和配料单   |   |
| 三、<br>施<br>工<br>管<br>理 | (一) 质量安全<br>管理 | 1. 能够提出钢筋工程质量控制措施；<br>2. 能够提出施工安全检查和文明施工的措施                                       | ISO 9000 质量管理体系基础知识                               |
|                        | (二) 技术培训       | 能够对初级、中级、高级工进行培训  | 1. 教案基本要求；<br>2. 常用教学方法                           |
| 四、<br>技<br>术<br>创<br>新 | 新技术推广应用        | 1. 能够撰写技术总结和专业论文；<br>2. 能够推广和应用新技术、新工艺、新材料、新设备                                    | 1. 计算机基础知识；<br>2. 国内外钢筋混凝土结构发展动态和趋势；<br>3. 论文撰写知识 |

## 4. 比重表

## 4.1 理论知识

| 项目               |      | 初级 (%)    | 中级 (%)   | 高级 (%) | 技师 (%) |
|------------------|------|-----------|----------|--------|--------|
| 基本要求             | 职业道德 | 5 5 2     |          |        | 2      |
|                  | 基础知识 | 15 15 15  |          |        | 15     |
| 相<br>关<br>知<br>识 | 施工准备 | 识图        | 25 18 10 |        | —      |
|                  |      | 钢筋准备 5    |          | —      | —      |
|                  |      | 准备机具和辅料 3 |          | —      | —      |
|                  |      | 料具准备      | — 8 —    |        | —      |
|                  |      | 编制施工方案 —  |          | 20     | —      |
|                  |      | 图纸审核      | — — —    |        | 6      |
|                  |      | 审核施工方案    | — — —    |        | 38     |
|                  | 加工   | 加工钢筋      | 20 — —   |        | —      |
|                  | 安装   | 绑扎钢筋      | 16 — —   |        | —      |
|                  |      | 主持施工      | — — —    |        | 10     |
|                  |      | 审查配料      | — — —    |        | 4      |
|                  | 检查整理 | 质量自检 7    |          | —      | —      |
|                  |      | 现场整理 4    |          | —      | —      |
|                  |      | 质量检查 —    | 3        | 8      | —      |
|                  |      | 整理        | — 3 —    |        | —      |
|                  | 配料   | 放大样图      | — — —    |        | —      |
|                  |      | 编制配料单 —   | 24       | —      | —      |



续表

| 项目   |      |            | 初级 (%) | 中级 (%) | 高级 (%) | 技师 (%) |
|------|------|------------|--------|--------|--------|--------|
| 相关知识 | 加工安装 | 非预应力钢筋绑扎   | — — —  |        |        | —      |
|      |      | 预应力钢筋的张拉 — |        | 24     | —      | —      |
|      |      | 主持施工 —     |        | —      | 10     | —      |
|      | 施工管理 | 班组管理 —     |        | —      | 15     | —      |
|      |      | 技术培训 —     |        | —      | 20     | 5      |
|      |      | 质量安全管理     | — — —  |        |        | 5      |
|      | 技术创新 | 新技术推广应用    | — — —  |        |        | 15     |
| 合计   |      |            | 100 10 | 0 10   | 0      | 100    |

## 4.2 技能操作

| 项目   |      |            | 初级 (%)   | 中级 (%) | 高级 (%) | 技师 (%) |
|------|------|------------|----------|--------|--------|--------|
| 技能要求 | 施工准备 | 识图         | 15 15 10 |        |        | —      |
|      |      | 钢筋准备       | 10 — —   |        |        | —      |
|      |      | 准备机具和辅料    | 15 — —   |        |        | —      |
|      |      | 料具准备 —     |          | 10     | —      | —      |
|      | 施工准备 | 编制施工方案 —   |          | —      | 10     | —      |
|      |      | 图纸审核       | — — —    |        |        | 4      |
|      |      | 审核施工方案     | — — —    |        |        | 4      |
|      | 加工   | 加工钢筋       | 20 — —   |        |        | —      |
|      | 安装   | 绑扎钢筋       | 30 — —   |        |        | —      |
|      |      | 主持施工       | — — —    |        |        | 50     |
|      |      | 审查配料       | — — —    |        |        | 4      |
|      | 检查整理 | 质量自检 5     |          | —      | —      | —      |
|      |      | 现场整理 5     |          | —      | —      | —      |
|      |      | 质量检查       | — 10 10  |        |        | —      |
|      |      | 整理         | — 5 —    |        |        | —      |
|      | 配料   | 放大样图       | — 15 15  |        |        | —      |
|      |      | 编制配料单      | — 15 20  |        |        | —      |
|      | 加工安装 | 非预应力钢筋绑扎   | — 5 —    |        |        | —      |
|      |      | 预应力钢筋的张拉 — |          | 25     | —      | —      |
|      |      | 主持施工 —     |          | —      | 20     | —      |
|      | 施工管理 | 班组管理 —     |          | —      | 7      | —      |
|      |      | 技术培训 —     |          | —      | 8      | 4      |
|      |      | 质量安全管理     | — — —    |        |        | 4      |
|      | 技术创新 | 新技术推广应用    | — — —    |        |        | 30     |
| 合计   |      |            | 100 10   | 0 10   | 0      | 100    |

附录 B 钢筋力学性能试验取样和项目要求

表 1 钢材试验报告单

|             |              |               |            |                               |                               |         |    |    |
|-------------|--------------|---------------|------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|----|----|
| 钢材试验报告      |              |               |            |                               |                               | 编号      |    |    |
|             |              |               |            |                               |                               | 试验编号    |    |    |
|             |              |               |            |                               |                               | 委托编号    |    |    |
| 工程名称        |              |               |            |                               |                               | 试件编号    |    |    |
| 委托单位        |              |               |            |                               |                               | 试验委托人   |    |    |
| 钢材种类        |              | 规格或牌号         |            |                               |                               | 生产厂     |    |    |
| 代表数量        |              | 来样日期          |            |                               |                               | 试验日期    |    |    |
| 公称直径(厚度) mm |              |               |            |                               |                               | 公称面积 mm |    | 2  |
| 试验结果        | 力学性能         |               |            |                               |                               | 弯曲性能    |    |    |
|             | 屈服点<br>(MPa) | 抗拉强度<br>(MPa) | 伸长率<br>(%) | $\sigma_b$ 实/<br>$\sigma_s$ 实 | $\sigma_s$ 实/<br>$\sigma_s$ 标 | 弯心直径    | 角度 | 结果 |
|             |              |               |            |                               |                               |         |    |    |
|             |              |               |            |                               |                               |         |    |    |
|             |              |               |            |                               |                               |         |    |    |
|             |              |               |            |                               |                               |         |    |    |
|             |              |               |            |                               |                               |         |    |    |
|             | 化学分析         |               |            |                               |                               | 其他      |    |    |
|             | 分析编号         | 化学成分          |            |                               |                               |         |    |    |
|             |              | C Si          |            | Mn                            | P                             |         |    |    |
|             |              |               |            |                               |                               |         |    |    |
|             |              |               |            |                               |                               |         |    |    |
| 结论          |              |               |            |                               |                               |         |    |    |
| 批准          |              | 审核            |            |                               |                               | 试验      |    |    |
| 试验单位        |              |               |            |                               |                               |         |    |    |
| 报告日期        |              |               |            |                               |                               |         |    |    |

本表由试验单位提供，建设单位、施工单位、档案馆各保存一。

表 2 钢筋原材复试取样批次的要求

| 序号 | 材料名称及等级 | 取样批次   |
|----|---------|--|
| 1  | 热轧光圆钢筋  | 钢筋应按批检查和验收，每批由同一牌号、同一号、同一尺寸的钢筋组成。每批重量通常大于 60t。超过 60t 的部分，每增加 40t（或不足 40t 的余数），增加一个拉伸试验试样和一个弯曲试验试样  |
| 2  | 热轧带肋钢筋  |  |
| 3  | 冷轧带肋钢筋  | 冷轧带肋钢筋应按同一厂家、同一牌号、同一直径、同一交货状态的划分原则分检验批进行抽样检验。其中 CRB 550、CRB600H 钢筋的检验批重量不应超过 10t，CRB650、CRB650H、CRB800、CRB800H 和 CRB970 钢筋的检验批重量不应超过 5t，当连续 10 批且每批的检测结果均合格时，可改为重量不超过 10t 为一个检验批进行检验 |



续表

| 序号 | 材料名称及等级             | 取样批次  |
|----|---------------------|---|
| 4  | 冷轧扭钢筋<br>(I 型、II 型) | 按同一牌号、同一规格尺寸、同一台轧机、同一台轧机 10t 为一验收批, 不足 10t 也按一批计  |
| 5  | 余热处理钢筋              | 按同一牌号、同一 号、同一规格、同一交货状态每 60t 为一验收批, 不足 60t 也按一批计   |
| 6  | 碳素结构钢               | 按同一牌号、同一 号、同一质量等级、同一品种、同一尺寸、同一交货状态每 60t 为一验收批, 不足 60t 也按一批计   |
| 7  | 预应力混凝土用钢绞线          | 预应力用钢绞线应成批验收, 每一批由同一牌号、同一规格、同一生产工艺捻制的钢绞线组成, 每批质量不大于 60t。从每批钢绞线任取 3 盘, 从每盘所选的钢绞线端不正常部位截取一根进行表面质量、直径偏差、捻距和力学性能试验。每批少于 3 盘, 则应逐盘进行上述试验 |
| 8  | 预应力混凝土用钢丝           | 同一牌号、同一规格、同一加工状态的钢丝为一验收批, 每批重量不大于 60t   |
| 9  | 中强度预应力混凝土用钢丝        | 同一牌号、同一规格、同一强度等级、同一生产工艺的钢丝为一验收批, 每批重量不大于 60t  |
| 10 | 预应力混凝土用钢            | 同一牌号、同一规格、同一加工状态的钢 为一验收批, 每批重量不大于 60t   |
| 11 | 预应力混凝土用低合金钢丝        | 拔丝用盘条: 同钢筋混凝土用热轧光圆钢筋。钢丝: 同一牌号、同一形状、同一尺寸、同一交货状态的钢丝为一验收批  |
| 12 | 一般用途低碳钢丝            | 同一用途、同一尺寸、同一锌层级别、同一交货状态的钢丝为一验收批   |

表 3 钢筋原材进场复试的项目

| 序号 | 材料名称及等级             | 进场复验项目   |
|----|---------------------|--|
| 1  | 热轧光圆钢筋              | 拉伸试验 (包括屈服强度、抗拉强度、伸长率、最大力总伸长率);<br>弯曲试验;<br>重量偏差 |
| 2  | 热轧带肋钢筋              | 拉伸试验 (包括屈服强度、抗拉强度、伸长率、最大力总伸长率);<br>弯曲试验;<br>重量偏差 |
| 3  | 冷轧带肋钢筋              | 拉伸试验 (包括抗拉强度、伸长率);<br>弯曲试验或反复弯曲;<br>重量偏差         |
| 4  | 冷轧扭钢筋<br>(I 型、II 型) | 拉伸试验 (包括抗拉强度、伸长率);<br>弯曲试验;<br>重量、节距、厚度          |
| 5  | 余热处理钢筋              | 拉伸试验 (包括屈服强度、抗拉强度、伸长率);<br>弯曲试验                  |
| 6  | 碳素结构钢               | 拉伸试验 (包括屈服强度、抗拉强度、伸长率);<br>弯曲试验                  |
| 7  | 预应力混凝土用钢绞线          | 整根钢绞线最大力;<br>规定非比例延伸率;<br>最大力总伸长率                |
| 8  | 预应力混凝土用钢丝           | 抗拉强度;<br>伸长率;<br>弯曲试验                            |



续表

| 序号 | 材料名称及等级      | 进场复验项目                                      |
|----|--------------|---|
| 9  | 中强度预应力混凝土用钢丝 | 抗拉强度；<br>伸长率；<br>反复弯曲                       |
| 10 | 预应力混凝土用钢     | 抗拉强度；<br>断后伸长率；<br>伸直性                      |
| 11 | 预应力混凝土用低合金钢丝 | 拔丝用盘条、拉伸强度、伸长率、冷弯；<br>钢丝：抗拉强度、伸长率、反复弯曲、应力松弛 |
| 12 | 一般用途低碳钢丝     | 抗拉强度；<br>180°弯曲试验次数；<br>伸长率                 |

表 4 现场钢筋原材取样的方法和数量

| 序号 | 材料名称及等级         | 取样方法和数量   |
|----|-----------------|---|
| 1  | 热轧光圆钢筋          | 每组试样通常为 4 根钢筋，其中 2 根作为拉伸试件，2 根作为弯曲试件，拉伸试件长度宜为 400~500mm，弯曲试件长度宜为 400mm。拉伸试样和弯曲试样均要求从任意两根钢筋上切取。重量偏差试验需要 5 根，长度大于 500mm   |
| 2  | 热轧带肋钢筋          | 对于 HRB335、HRB400、HRBF335、HRBF400 钢筋取样：每组试样通常为 4 根钢筋，其中 2 根作为拉伸试件，2 根作为弯曲试件，拉伸试件长度宜为 400~500mm，弯曲试件长度宜为 400mm。拉伸试件和弯曲试件均要求从任意两根钢筋上切取。重量偏差试验需要 5 根，长度大于 500mm。<br>对于 HRB335E（或 HRB400E）钢筋送样要求：对于公称直径≤25mm 的拉伸试件长度宜为 550mm，弯曲试件长度宜为 400mm；对于公称直径在 25~32mm 之间的拉伸试件长度宜为 600mm，弯曲试件长度宜为 450mm；对于公称直径≥32mm 的钢筋抗拉试件长度宜为 700mm，弯曲试件长度宜为 500mm。拉伸试件和弯曲试件均要求从任意两根钢筋上切取。重量偏差试验需要 5 根，长度大于 500mm |
| 3  | 冷轧带肋钢筋          | CRB550 和 CRB600H 钢筋每个检验批由 3 个试件组成。应随机抽取 3 捆（盘），从每捆（盘）抽取一根钢筋（钢筋一端），并在任一端截去 500mm 后取一个长度不少于 300mm 的试件。3 个试件均应进行重量偏差检测，再取 2 个试件分别进行拉伸试验和弯曲试验。<br>CRB650、CRB650H、CRB800、CRB800H 和 CRB970 钢筋每个检验批由 3 个试件组成。应随机抽取 3 盘，从每盘任一端截去 500mm 后取一个长度不少于 300mm 的试件。3 个试件均应进行重量偏差检测，再取 2 个试件分别进行拉伸试验和反复弯曲试验  |
| 4  | 冷轧扭钢筋（I 型、II 型） | 每批取弯曲试件 1 个，拉伸试件 2 个，测量重量、节距、厚度试件各 3 个。试件取样部位应距钢筋端部不小于 500mm，试件应取 数倍节距，试件长度不小于 500mm，同时不小于 4 倍节距  |
| 5  | 余热处理钢筋          | 每批取弯曲试件 2 个，拉伸试件 2 个，拉伸试件长度宜为 400~500mm，弯曲试件长度宜为 400mm。拉伸试件和弯曲试件均要求从任意两根钢筋上切取   |
| 6  | 碳素结构钢           | 每批取弯曲试件 1 个，拉伸试件 1 个，拉伸试件长度宜为 400~500mm，弯曲试件长度宜为 300~400mm。矩形试件宽度宜为 30mm  |





续表

| 序号 | 材料名称及等级      | 取样方法和数量  |
|----|--------------|--|
| 7  | 预应力混凝土用钢绞线   | 试件每组取三根，每根长度为 900mm  |
| 8  | 预应力混凝土用钢丝    | 在每盘钢丝的任一端截取抗拉强度、弯曲和断后伸长率的试验试件各一根。规定非比例伸长力和最大力下总伸长率试验每批取 3 根。   |
| 9  | 中强度预应力混凝土用钢丝 | 在每盘钢丝的两端取样进行抗拉强度、伸长率、反复弯曲的检验，规定非比例伸长应力和松 率试验每季度抽检一次，每次不少于 3 根  |
| 10 | 预应力混凝土用钢     | 从任一盘钢 任意一端截取 1 根试样进行抗拉强度、断后伸长率试验；每批钢在不同盘中截取 3 根试件进行弯曲试验；每 5 盘取 1 根伸直性试验试件；规定非比例延伸强度试件为每批 3 根；应力松弛为每条生产线每月不少于 1 根。对于直条钢 ，以切断盘条的盘数为取样依据            |
| 11 | 预应力混凝土用低合金钢丝 | 拔丝用盘条：同钢筋混凝土用热轧光圆钢筋。<br>钢丝：从每批中抽查 5%，但不少于 5 盘，进行形状、尺寸和表面检查。从上述检查合格的钢丝中抽取 5%，优质钢中抽取 10%，不少于 3 盘，拉伸试验每盘一个（任意端）；不少于 5 盘，反复弯曲试验每盘一个（任意端去掉 500mm 后取样） |
| 12 | 一般用途低碳钢丝     | 从每批中抽取 5%，但不少于 7 盘，进行打结拉伸试验、弯曲试验。逐盘进行直径、不圆度和表面检查   |



## 附录 C 钢筋加工检验批质量验收记录表

GB 50204-2002

|              |   |                                    |                 |           |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
|--------------|---|------------------------------------|-----------------|-----------|------------|--|--|--|--|------------------|--|------|--|--|--|
| 单位（子单位）工程名称  |   |                                    |                 |           |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
| 分部（子分部）工程名称  |   |                                    |                 |           |            |  |  |  |  |                  |  | 验收部位 |  |  |  |
| 施工单位         |   |                                    |                 |           |            |  |  |  |  |                  |  | 项目经理 |  |  |  |
| 施工执行标准名称及编号  |   |                                    |                 |           |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
| 施工质量验收规范的规定  |   |                                    |                 |           | 施工单位检查评定记录 |  |  |  |  | 监理（建设）单位<br>验收记录 |  |      |  |  |  |
| 主控项目         | 1 | 力学性能检验                             |                 | 第 5.2.1 条 |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
|              | 2 | 抗震用钢筋强度实测值                         |                 | 第 5.2.2 条 |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
|              | 3 | 化学成分等专项检验                          |                 | 第 5.2.3 条 |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
|              | 4 | 受力钢筋的弯钩和弯折                         |                 | 第 5.3.1 条 |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
|              | 5 | 箍筋弯钩形式                             |                 | 第 5.3.2 条 |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
| 一般项目         | 1 | 外观质量                               |                 | 第 5.2.4 条 |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
|              | 2 | 钢筋调直                               |                 | 第 5.3.3 条 |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
|              | 3 | 钢筋加工的形状、尺寸                         | 受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸 | ±10       |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
|              |   |                                    | 弯起钢筋的弯折位置       | ±20       |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
|              |   |                                    | 箍筋内净尺寸          | ±5        |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
| 施工单位检查评定结果   |   | 专业工长（施工员）                          |                 |           |            |  |  |  |  | 施工班组长            |  |      |  |  |  |
|              |   | 项目专业质量检查员： 年 月 日                   |                 |           |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |
| 监理（建设）单位验收结论 |   | 专业监理工程师：<br>（建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日 |                 |           |            |  |  |  |  |                  |  |      |  |  |  |



## 附录 D 钢筋安装工程检验批质量验收记录表

GB 50204-2002


|              |   |                                    |                 |         |            |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|--------------|---|------------------------------------|-----------------|---------|------------|-----|--|--|--|--------------|--|--|--|--|--|
| 单位（子单位）工程名称  |   |                                    |                 |         |            |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
| 分部（子分部）工程名称  |   |                                    |                 |         |            |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
| 施工单位         |   |                                    |                 |         |            |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
| 施工执行标准名称及编号  |   |                                    |                 |         |            |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
| 施工质量验收规范的规定  |   |                                    |                 |         | 施工单位检查评定记录 |     |  |  |  | 监理（建设）单位验收记录 |  |  |  |  |  |
| 主控项目         | 1 | 纵向受力钢筋的连接方式                        |                 |         | 第 5.4.1 条  |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              | 2 | 机械连接和焊接接头的力学性能                     |                 |         | 第 5.4.2 条  |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              | 3 | 受力钢筋的品种、级别、规格和数量                   |                 |         | 第 5.5.1 条  |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
| 一般项目         | 1 | 接头位置和数量                            |                 |         | 第 5.4.3 条  |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              | 2 | 机械连接、焊接的外观质量                       |                 |         | 第 5.4.4 条  |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              | 3 | 机械连接、焊接的接头面积百分率                    |                 |         | 第 5.4.5 条  |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              | 4 | 绑扎搭接接头面积百分率和搭接长度                   |                 |         | 第 5.4.6 条  |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              | 5 | 搭接长度范围内的箍筋                         |                 |         | 第 5.4.7 条  |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              | 6 | 绑扎钢筋网                              | 长、宽（mm）         |         | ±10        |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   |                                    | 网眼尺寸（mm）        |         | ±20        |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   |                                    | 绑扎钢筋骨架          | 长（mm）   |            | ±10 |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   |                                    |                 | 宽、高（mm） |            | ±5  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   | 受力钢筋                               | 间距（mm）          |         | ±10        |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   |                                    | 排距（mm）          |         | ±5         |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   |                                    | 保护层厚度（mm）       | 基础      |            | ±10 |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   |                                    |                 | 柱、梁     |            | ±5  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   |                                    |                 | 板、墙、壳   |            | ±3  |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   |                                    | 绑扎箍筋、横向钢筋间距（mm） |         |            | ±20 |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   | 钢筋弯起点位置（mm） 20                     |                 |         |            |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
|              |   | 预埋件                                | 中心线位置（mm） 5     |         |            |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
| 水平高差（mm） +3  |   |                                    | ,0              |         |            |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
| 施工单位检查评定结果   |   | 专业工长（施工员）                          |                 |         |            |     |  |  |  | 施工班组长        |  |  |  |  |  |
|              |   | 项目专业质量检查员： 年 月 日                   |                 |         |            |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |
| 监理（建设）单位验收结论 |   | 专业监理工程师： 年 月 日<br>(建设单位项目专业技术负责人)： |                 |         |            |     |  |  |  |              |  |  |  |  |  |



## 附录 E 钢筋隐蔽工程验收记录表

|  |          |         |       |      |
|--|----------|---------|-------|------|
| 隐蔽工程验收记录   |          | 编号      |       |      |
| 工程名称   |          |         |       |      |
| 隐检项目   |          | 隐检日期    |       |      |
| 隐检部位   | 层        | 轴线      | 标高    |      |
| 隐检依据：施工图图号_____，设计变更/商（编号_____）及有关国家现行标准等。<br>主要材料名称及规格/型号：_____。  |          |         |       |      |
| 隐检内容： <div style="text-align: right; margin-top: 100px;">申报人</div>   |          |         |       |      |
| 检查意见： <div style="margin-top: 100px;">           检查结论：    同意隐蔽                      不同意，修改后进行复查         </div> |          |         |       |      |
| 复查结论 <div style="margin-top: 100px;">           复查人： _____                      复查日期 _____         </div>      |          |         |       |      |
| 签字栏  | 建设(监理)单位 | 施工单位    |       |      |
|  |          | 专业技术负责人 | 专业质检员 | 专业工长 |
|  |          |         |       |      |

本表由施工单位填写，建设单位、施工单位、档案馆各保存一。



## 附录 F 《混凝土结构工程施工质量验收规范》

GB 50204-2002 (2011 版) (摘录)

### 5 钢筋分项工程

#### 5.1 一般规定

5.1.1 当钢筋的品种、级别或规格需作变更时,应办理设计变更文件。

5.1.2 在浇筑混凝土之前,应进行钢筋隐蔽工程验收,其内容包括:

1. 纵向受力钢筋的品种、规格、数量、位置等;
2. 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率等;
3. 箍筋、横向钢筋的品种、规格、数量、间距等;
4. 预埋件的规格、数量、位置等。

#### 5.2 原材料

##### 主控项目

5.2.1 钢筋进场时,应按国家现行相关标准的规定抽取试件作力学性能和重量偏差检验,检验结果必须符合有关标准的规定。

检查数量:按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法:检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

5.2.2 对有抗震设防要求的结构,其纵向受力钢筋的性能应满足设计要求;当设计无具体要求时,对一、二、三级抗震等级设计的框架和斜撑构件(含梯段)中的纵向受力钢筋应采用 HRB335E、HRB400E、HRB500E、HRBF335E、HRBF400E 或 HRBF500E 钢筋,其强度和最大力下总伸长率的实测值应符合下列规定:

1. 钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25;
2. 钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.30;
3. 钢筋的最大力下总伸长率不应小于 9%。

检查数量:按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法:检查进场复验报告。

5.2.3 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显 不正常等现象时,应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

检验方法:检查化学成分等专项检验报告。

##### 一般项目

5.2.4 钢筋应平直、无损伤、表面不得有裂纹、油污、 粒状或片状 锈。

检查数量:进场时和使用前全数检查。

检验方法:观察。

##### 主控项目

5.3.1 受力钢筋的弯钩和弯折应符合下列规定:

1. HPB235 级钢筋末端应作 180° 弯钩,其弯弧内直径不应小于钢筋直径的 2.5 倍,

弯钩的弯后平直部分长度不应小于钢筋直径的 3 倍；

2. 当设计要求钢筋末端需作  $135^\circ$  弯钩时，HRB335 级、HRB400 级钢筋的弯弧内直径不应小于钢筋直径的 4 倍，弯钩的弯后平直部分长度应符合设计要求；

3. 钢筋作不大于  $90^\circ$  的弯折时，弯折处的弯弧内直径不应小于钢筋直径的 5 倍。

检查数量：按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于 3 件。

检验方法：钢尺检查。

5.3.2 除焊接封闭环式箍筋外，箍筋的末端应作弯钩，弯钩形式应符合设计要求；当设计无具体要求时应符合下列规定：

1. 箍筋弯钩的弯弧内直径除应满足本规范第 5.3.1 条的规定外，尚应不小于受力钢筋直径；

2. 箍筋弯钩的弯折角度：对一般结构不应小于  $90^\circ$ ；对有抗震等要求的结构应为  $135^\circ$ ；

3. 箍筋弯折后平直部分长度：对一般结构不宜小于箍筋直径的 5 倍，对有抗震等要求的结构不应小于箍筋直径的 10 倍。

检查数量：按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于 3 件。

检验方法：钢尺检查。

5.3.2A 钢筋调直后应进行力学性能和重量偏差的检验，其强度应符合有关标准的规定。

盘卷钢筋和直条钢筋调直后的断后伸长率、重量负偏差应符合表 5.3.2A 的规定。

表 5.3.2A 盘卷钢筋和直条钢筋调直后的断后伸长率、重量负偏差要求

| 钢筋牌号           | 断后伸长率<br>$A$ (%) | 重量负偏差 (%)   |              |              |
|----------------|------------------|-------------|--------------|--------------|
|                |                  | 直径 6mm~12mm | 直径 14mm~20mm | 直径 22mm~50mm |
| HPB235、HPB300  | $\geq 21$        | $\leq 10$   | —            | —            |
| HRB335、HRBF335 | $\geq 16$        | $\leq 8$    | $\leq 6$     | $\leq 5$     |
| HRB400、HRBF400 | $\geq 15$        |             |              |              |
| RRB400         | $\geq 13$        |             |              |              |
| HRB500、HRBF500 | $\geq 14$        |             |              |              |

注：①断后伸长率  $A$  的量测标距为 5 倍钢筋公称直径；

②重量负偏差 (%) 按公式  $(W_0 - W_d) / W_0 \times 100$  计算，其中  $W_0$  为钢筋理论重量 (kg/m)， $W_d$  为调直后钢筋的实际重量 (kg/m)；

③对直径为 28~40mm 的带肋钢筋，表中断后伸长率可降低 1%；对直径大于 40mm 的带肋钢筋，表中断后伸长率可降低 2%。

采用无延伸功能的机械设备调直的钢筋，可不进行本条规定的检验。

检验数量：同一厂家、同一牌号、同一规格调直钢筋，重量不大于 30t 为一批；每批取 3 件试件。

检验方法：3 个试件先进行重量偏差检验，再取其中 2 个试件经时效处理后进行力学性能检验。检验重量偏差时，试件切口应平滑且与长度方向垂直，且长度不应小于 500mm；长度和重量的量测精度分别不应低于 1mm 和 1g。

### 一般项目

5.3.3 钢筋宜采用无延伸功能的机械设备进行调直，也可采用冷拉方法调直。当采用冷拉方法调直时，HPB235、HPB300 光圆钢筋的冷拉率不宜大于 4%；HRB335、HRB400、HRB500、HRBF335、HRBF400、HRBF500 及 RRB400 带肋钢筋的冷拉率不宜大于 1%。



检查数量：每工作班按同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于 3 件。

检验方法：观察，钢尺检查。

5.3.4 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其偏差应符合表 5.3.4 的规定。

检查数量：按每工作班同一类型钢筋、同一加工设备抽查不应少于 3 件。

检验方法：钢尺检查。

表 5.3.4 钢筋加工的允许偏差

| 项目             | 允许偏差(mm) |
|----------------|----------|
| 受力钢筋长度方向全长的净尺寸 | ±10      |
| 弯起钢筋的弯折位置      | ±20      |
| 箍筋内净尺寸         | ±5       |

## 5.5 钢筋安装

### 主控项目

5.5.1 钢筋安装时，受力钢筋的品种、级别、规格和数量必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

### 一般项目

5.5.2 钢筋安装位置的偏差应符合表 5.5.2 的规定，

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和 立基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于三间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

表 5.5.2 梁钢筋安装位置的允许偏差和检验方法

| 项目          |         |       | 允许偏差(mm) | 检验方法            |
|-------------|---------|-------|----------|-----------------|
| 绑扎钢筋网       | 长、宽     |       | ±10      | 钢尺检查            |
|             | 网眼尺寸    |       | ±20      | 钢尺量连续三档，取最大值    |
| 绑扎钢筋骨架      | 长       |       | ±10      | 钢尺检查            |
|             | 宽、高     |       | ±5       | 钢尺检查            |
| 受力钢筋        | 间距      |       | ±10      | 钢尺量两端中间，各一点取最大值 |
|             | 排距      |       | ±5       |                 |
|             | 保护层厚度   | 基础    | ±10      | 钢尺检查            |
|             |         | 柱、梁   | ±5       | 钢尺检查            |
|             |         | 板、墙、壳 | ±3       | 钢尺检查            |
| 绑扎箍筋、横向钢筋间距 |         |       | ±20      | 钢尺量连续三档，取最大值    |
| 钢筋弯起点位置 20  |         |       |          | 钢尺检查            |
| 预埋件         | 中心线位置 5 |       |          | 钢尺检查            |
|             | 水平高差 +3 |       | ， 0      | 钢尺和塞尺检查         |

注：①检查预埋件中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

②表中板类构件上部纵向受力钢筋保护层厚度的合格点率应达到 90%及以上，且不得有超过表中数值 1.5 倍的尺寸偏差。



## 6 预应力分项工程

### 6.1 一般规定

6.1.1 后张法预应力工程的施工应由具有相应资质等级的预应力专业施工单位承担。

6.1.2 预应力筋张拉机具设备及表，应定期维护和校验。张拉设备应配套标定，并配套使用。张拉设备的标定期限不应超过半年。当在使用过程中出现反常现象时或在千斤顶检修后，应重新标定。

注：① 张拉设备标定时，千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致；

② 压力表的精度不应低于 1.5 级，标定张拉设备用的试验机或测力计精度不应低于  $\pm 2\%$ 。

6.1.3 在浇筑混凝土之前，应进行预应力隐蔽工程验收，其内容包括：

1. 预应力筋的品种、规格、数量、位置等；
2. 预应力筋锚具和连接器的品种、规格、数量、位置等；
3. 预留孔道的规格、数量、位置、形状及灌浆孔、排气水管等；
4. 锚固区局部加强构造等。

### 6.2 原材料

#### 主控项目

6.2.1 预应力筋进场时，应按现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 等的规定抽取试件作力学性能检验，其质量必须符合有关标准的规定。

检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

6.2.2 无粘结预应力筋的涂包质量应符合无粘结预应力钢绞线标准的规定。

检查数量：每 60t 为一批，每批抽取一组试件。

检验方法：观察，检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

注：当有工程经验，并经观察认为质量有保证时，可不做油脂用量和护套厚度的进场复验。

6.2.3 预应力筋用锚具、夹具和连接器应按设计要求采用，其性能应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 等的规定。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

注：对锚具用量较少的一般工程，如供货方提供有效的试验报告，可不做锚固性能试验。

6.2.4 孔道灌浆用水泥应采用普通水泥，其质量应符合本规范第 7.2.1 条的规定。孔道灌浆用外加剂的质量应符合本规范第 7.2.2 条的规定。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

注：对孔道灌浆用水泥和外加剂用量较少的一般工程，当有可靠依据时，可不做材料性能的进场复验。





### 一般项目

6.2.5 预应力筋使用前应进行外观检查，其质量应符合下列要求：

1. 有粘结预应力筋展开后应平顺，不得有弯折，表面不应有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油污等；

2. 无粘结预应力筋护套应光滑、无裂缝、无明显褶皱。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

注：无粘结预应力筋护套轻微破损者应外包防水塑料胶带修，严重破损者不得使用。

6.2.6 预应力筋用锚具、夹具和连接器使用前应进行外观检查，其表面应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6.2.7 预应力混凝土用金属螺旋管的尺寸和性能应符合国家现行标准《预应力混凝土用金属螺旋管》JG/T 3013 的规定。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

注：对金属螺旋管用量较少的一般工程，当有可靠依据时，可不做径向刚度抗漏性能的进场复验。

6.2.8 预应力混凝土用金属螺旋管在使用前应进行外观检查，其内外表面应清洁、无锈蚀，不应有油污、孔洞和不规则的褶皱，口不应有开裂或脱扣。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

### 6.3 制作与安装

#### 主控项目

6.3.1 预应力筋安装时其品种、级别、规格、数量必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

6.3.2 先张法预应力施工时应选用非油质类模板，隔离剂应避免污预应力筋。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6.3.3 施工过程中应避免电火花损伤预应力筋，受损伤的预应力筋应予以更换。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

#### 一般项目

6.3.4 预应力筋下料应符合下列要求：

1. 预应力筋应采用砂轮锯或切断机切断，不得采用电弧切割；

2. 当钢丝束两端采用镦头锚具时，同一束中各根钢丝长度的极差不应大于钢丝长度的1/5000，且不应大于5mm。当成组张拉长度不大于10m的钢丝时，同组钢丝长度的极差不应大于2mm。

检查数量：每工作班抽查预应力筋总数的 3%，且不少于 3 束。

检验方法：观察，钢尺检查。

6.3.5 预应力筋端部锚具的制作质量应符合下列要求：

1. 挤压锚具制作时压力表油压应符合操作说明书的规定，挤压后预应力筋外端应露出挤压套筒 1~5mm；

2. 钢绞线压花锚成形时，表面应清洁、无油污， 形头尺寸和直线段长度应符合设计要求；

3. 钢丝镦头的强度不得低于钢丝强度标准值的 98%。

检查数量：对挤压锚，每工作班抽查 5%，且不应少于 5 件；对压花锚，每工作班抽查 3 件；对钢丝镦头强度，每批钢丝检查 6 个镦头试件。

检验方法：观察，钢尺检查，检查镦头强度试验报告。

6.3.6 后张法有粘结预应力筋预留孔道的规格、数量、位置和形状，除应符合设计要求外尚应符合下列规定：

1. 预留孔道的定位应牢固，浇筑混凝土时不应出现移位和变形；

2. 孔道应平顺，端部的预埋锚垫板应垂直于孔道中心线；

3. 成孔用管道应密封良好，接头应严密且不得漏浆；

4. 灌浆孔的间距：对预埋金属螺旋管不宜大于 30m；对抽芯成形孔道不宜大于 12mm；

5. 在曲线孔道的曲线 部位，应设置排气 水管，必要时可在最低点设置排水孔；

6. 灌浆孔及 水管的孔径应能保证浆液 通。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

6.3.7 预应力筋束形控制点的竖向位置偏差应符合表 6.3.7 的规定。

表 6.3.7 为束形控制点的竖向位置允许偏差。

表 6.3.7 束形控制点的竖向位置允许偏差

| 截面高（厚）度（mm） | $h \leq 300$ | $0 < h \leq 1500$ | $h > 1500$ |
|-------------|--------------|-------------------|------------|
| 允许偏差（mm）    | $\pm 5$      | $\pm 10$          | $\pm 15$   |

6.3.8 无粘结预应力筋的铺设除应符合本规范第 6.3.7 条的规定外，尚应符合下列要求：

1. 无粘结预应力筋的定位应牢固，浇筑混凝土时不应出现移位和变形；

2. 端部的预埋锚垫板应垂直于预应力筋；

3. 内埋式固定端垫板不应重叠，锚具与垫板应贴紧；

4. 无粘结预应力筋成束布置时，应能保证混凝土密实并能 住预应力筋；

5. 无粘结预应力筋的护套应完整，局部破损处应采用防水胶带缠绕紧密。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6.3.9 浇筑混凝土前穿入孔道的后张法有粘结预应力筋，宜采取防止锈蚀的措施。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。



## 6.4 张拉和放张

### 主控项目

6.4.1 预应力筋张拉或放张时，混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，不应低于设计的混凝土立方体抗压强度标准值的 75%。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查同条件养护试件试验报告。

6.4.2 预应力筋的张拉力、张拉或放张顺序及张拉工艺应符合设计及施工技术方案的要求，并应符合下列规定：

1. 当施工需要超张拉时，最大张拉应力不应大于国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；

2. 张拉工艺应能保证同一束中各根预应力筋的应力均匀一致；

3. 后张法施工中，当预应力筋是逐根或逐束张拉时，应保证各阶段不出现对结构不利的应力状态；同时宜考虑后批张拉预应力筋所产生的结构构件的弹性压缩对先批张拉预应力筋的影响，确定张拉力；

4. 先张法预应力筋放张时，宜缓慢放松锚固装置，使各根预应力筋同时缓慢放松；

5. 当采用应力控制方法张拉时，应校核预应力筋的伸长值。实际伸长值与设计计算理论伸长值的相对允许偏差为 6%。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查张拉记录。

6.4.3 预应力筋张拉锚固后实际建立的预应力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差为 5%。

检查数量：对先张法施工，每工作班抽查预应力筋总数的 1%，且不少于 3 根；对后张法施工在同一检验批内，抽查预应力筋总数的 3%，且不少于 5 束。

检验方法：对先张法施工，检查预应力筋应力检测记录；对后张法施工，检查见证张拉记录。

6.4.4 张拉过程中应避免预应力筋断裂或滑脱，当发生断裂或滑脱时，必须符合下列规定：

1. 对后张法预应力结构构件，断裂或滑脱的数量严禁超过同一截面预应力筋总根数的 3%，且每束钢丝不得超过一根；对多跨双向连续板，其同一截面应按每跨计算；

2. 对先张法预应力构件，在浇筑混凝土前发生断裂或滑脱的预应力筋必须予以更换。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查张拉记录。

### 一般项目

6.4.5 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表 6.4.5 的规定。

检查数量：每工作班抽查预应力筋总数的 3%，且不少于 3 束。

检验方法：钢尺检查。

表 6.4.5 为张拉端预应力筋的内缩量限值。

表 6.4.5 张拉端预应力筋的内缩量限值

| 锚具类别         |             | 内缩量限值（mm） |
|--------------|-------------|-----------|
| 支承式锚具（镦头锚具等） | 螺帽缝隙 1      |           |
|              | 每块后加垫板的缝隙 1 |           |
| 锥塞式锚具 5      |             |           |
| 夹片式锚具        | 有预压 5       |           |
|              | 无预压 6-8     |           |

6.4.6 先张法预应力筋张拉后与设计位置的偏差不得大于 5mm，且不大于构件截面短边边长的 4%。

检查数量：每工作班抽查预应力筋总数的 3%，且不少于 3 束。

检验方法：钢尺检查。

## 6.5 灌浆及封锚

### 主控项目

6.5.1 后张法有粘结预应力筋张拉后应 早进行孔道灌浆，孔道内水泥浆应 满、密实。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查灌浆记录。

6.5.2 锚具的封闭保护，应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：

1. 应采取防止锚具腐蚀和 受机械损伤的有效措施；
2. 凸出式锚固端锚具的保护层厚度不应小于 50mm；
3. 外露预应力筋的保护层厚度：处于正常环境时不应小于 20mm，处于易受腐蚀的环境时，不应小于 50mm。

检查数量：在同一检验批内，抽查预应力筋总数的 5%，且不少于 5 处。

检验方法：观察，钢尺检查。

### 一般项目

6.5.3 后张法预应力筋锚固后的外露部分宜采用机械方法切割，其外露长度不宜小于预应力筋直径的 1.5 倍，且不宜小于 30mm。

检查数量：在同一检验批内，抽查预应力筋总数的 3%，且不少于 5 束。

检验方法：观察，钢尺检查。

6.5.4 灌浆用水泥浆的水 比不应大于 0.45， 后 3 小时 水率不宜大于 2%，且不应大于 3%， 水应能在 24h 内，全部重新被水泥浆 收。

检查数量：同一配合比检查一次。

检验方法：检查水泥浆性能试验报告。灌浆用水泥浆的抗压强度不应小于 30N/mm<sup>2</sup>。

检查数量：每工作班留置一组边长为 70.7mm 的立方体试件。

检验方法：检查水泥浆试件强度试验报告。

注：

① 一组试件由 6 个试件组成，试件应标准养护 28 ；

② 抗压强度为一组试件的平均值，当一组试件中抗压强度最大值或最小值与平均值相差超过 20%时，应取中间 4 个试件强度的平均值。



# 附录 G 光面钢筋及螺纹钢筋的计算断面面积及理论重量表

光面钢筋及螺纹钢筋的计算断面面积及理论重量表

| 计算<br>直径<br>(mm) | 螺纹钢<br>(mm) |        | 在下列根数时的钢筋计算面积 (cm <sup>2</sup> ) |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 重 量        |        | 两个弯钩增加<br>长度 (cm)   |                           | 一个弯折减少长度<br>(mm) |     |          |     |
|------------------|-------------|--------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|---------------------|---------------------------|------------------|-----|----------|-----|
|                  | 外<br>径      | 内<br>径 | 一<br>根                           | 二<br>根 | 三<br>根 | 四<br>根 | 五<br>根 | 六<br>根 | 七<br>根 | 八<br>根 | 九<br>根 | 十<br>根 | (kg<br>/m) | (N/m)  | 圆钢筋<br>6.25×d<br>×2 | 螺纹<br>钢筋<br>4.214×<br>d×2 | 圆钢筋              |     | 螺纹<br>钢筋 |     |
|                  |             |        |                                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |            |        |                     |                           | 45°              | 90° | 45°      | 90° |
| 6                | —           | —      | 0.283                            | 0.57   | 0.85   | 1.13   | 1.42   | 1.70   | 1.98   | 2.26   | 2.55   | 2.83   | 0.222      | 2.177  | 7.5                 | —                         | —                | —   | —        | —   |
| 8                | —           | —      | 0.503                            | 1.01   | 1.51   | 2.01   | 2.52   | 3.02   | 3.52   | 4.02   | 4.53   | 5.03   | 0.395      | 3.874  | 10.0                | —                         | —                | —   | —        | —   |
| 10               | —           | —      | 0.785                            | 1.57   | 2.36   | 3.14   | 3.93   | 4.71   | 5.50   | 6.28   | 7.07   | 7.85   | 0.617      | 6.051  | 12.5                | —                         | —                | 8   | —        | 13  |
| 12               | 13.5        | 11     | 1.131                            | 2.26   | 3.39   | 4.52   | 5.66   | 6.79   | 7.92   | 9.05   | 10.18  | 11.31  | 0.888      | 8.708  | 15.0                | 10.1                      | 5                | 9   | 5        | 15  |
| 14               | 15.5        | 13     | 1.539                            | 3.08   | 4.62   | 6.16   | 7.70   | 9.23   | 10.77  | 12.31  | 13.85  | 15.39  | 1.208      | 11.866 | 17.5                | 11.8                      | 6                | 16  | —        | 18  |
| 16               | 18.0        | 15     | 2.011                            | 4.02   | 6.03   | 8.04   | 10.06  | 12.07  | 14.08  | 16.09  | 18.10  | 20.11  | 1.578      | 15.495 | 20.0                | 13.5                      | 7                | 12  | 7        | 21  |
| 18               | 20.0        | 17     | 2.545                            | 5.09   | 7.64   | 10.18  | 12.73  | 15.27  | 17.82  | 20.36  | 22.91  | 25.45  | 1.998      | 19.613 | 22.5                | 15.2                      | 8                | 14  | 8        | 23  |
| 20               | 22.0        | 19     | 3.142                            | 6.28   | 9.43   | 12.57  | 15.71  | 18.85  | 21.99  | 25.14  | 28.28  | 31.42  | 2.466      | 24.222 | 25.0                | 16.9                      | 9                | 15  | 9        | 26  |
| 22               | 24.0        | 21     | 3.801                            | 7.60   | 11.40  | 15.20  | 19.01  | 22.81  | 26.61  | 30.41  | 34.21  | 38.01  | 2.984      | 29.224 | 27.5                | 18.5                      | 9                | 17  | 9        | 28  |
| 25               | 27.0        | 24     | 4.910                            | 9.82   | 14.73  | 19.64  | 24.55  | 29.46  | 34.37  | 39.28  | 44.19  | 49.10  | 3.853      | 37.756 | 31.2                | 21.1                      | 11               | 19  | 11       | 32  |
| 28               | 30.5        | 26.5   | 6.158                            | 12.32  | 18.47  | 24.63  | 30.79  | 36.95  | 43.11  | 49.26  | 55.42  | 61.58  | 4.834      | 47.373 | 35.0                | 23.6                      | 12               | 21  | 12       | 36  |
| 32               | 34.5        | 30.5   | 8.042                            | 16.08  | 24.13  | 32.17  | 40.21  | 48.25  | 56.29  | 64.34  | 72.38  | 80.42  | 6.313      | 61.887 | 40.0                | 27.0                      | 14               | 24  | 14       | 41  |
| 36               | 39.5        | 34.5   | 10.18                            | 20.36  | 30.54  | 40.72  | 50.90  | 61.08  | 71.26  | 81.44  | 91.62  | 101.80 | 7.990      | 74.020 | 45.0                | 30.4                      | 15               | 27  | 15       | 46  |
| 40               | 43.5        | 38.5   | 12.57                            | 25.14  | 37.71  | 50.28  | 62.85  | 75.42  | 87.99  | 100.56 | 113.13 | 125.70 | 9.865      | 96.792 | 50.0                | 33.7                      | 17               | 30  | 17       | 52  |